

综合交通枢纽系统性后评估——以虹桥枢纽为例

王铭艳

【摘要】虹桥综合交通枢纽是国内综合交通枢纽规划及运营的典范，本文通过虹桥枢纽的客流效益、城市配套集散交通系统、枢纽内部换乘交通系统进行了系统性的后评估分析，与枢纽建设规划的目标进行对比分析，以确定枢纽建设的目标实现情况、主要效益指标的完成程度、枢纽规划设计的合理有效性，明确现状存在的问题及主要成因，既为了不断完善虹桥枢纽运营体系、应对未来客流增长的需求提供了科学的依据，也为大型综合交通枢纽的规划及运营提供借鉴经验。

【关键词】综合交通枢纽；后评估；客流效益；城市集散交通；内部换乘交通

1 背景

1.1 研究背景

虹桥综合交通枢纽（下简称虹桥枢纽）是一个包括高速、城际铁路、机场、磁浮、高速巴士等各种大交通主枢纽在内的巨型综合枢纽。它的建成不仅极大的改善上海对外交通水平，也进一步提高了上海立足长三角、服务全国的能力。虹桥枢纽已经成为国内外综合交通枢纽规划及运营的典范。

为了不断完善虹桥枢纽运营体系，也为大型综合交通枢纽的规划及运营提供借鉴经验，需要针对虹桥枢纽系统性地交通评估，确定枢纽建设的目标及主要效益指标是否实现，枢纽规划设计是否合理有效，明确存在的问题及主要成因。

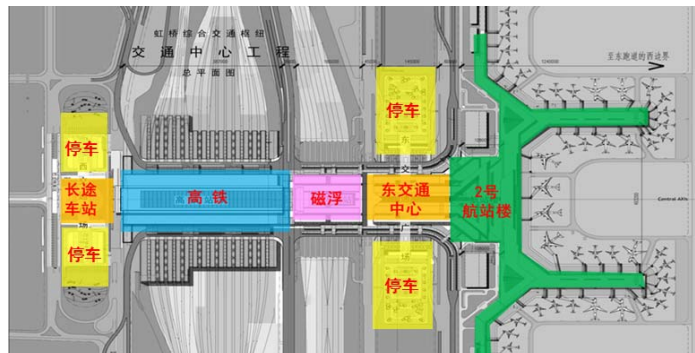


图1 虹桥枢纽设施布局

1.2 综合枢纽后评估体系

虹桥枢纽涵盖四大对外交通、五种城市交通方式；客流组成包括旅客、接送客、枢纽员工等三大客流类型，作为一个复杂的巨系统需形成一套完善交通评估指标体系，包含着客流效益评估、配套设施评估及内部换乘评估三个部分内容。

表 1 综合交通枢纽评估体系表

评价内容	评价指项	评价指标
客流效益	对外交通客流	客流规模、客流来源
	城市集散交通	客流规模、客流组成、方式结构
配套设施服务水平	集散道路系统	机动车流量、高峰饱和度、拥堵节点
	集散轨道交通	线路拥挤度、发车班次、站点上下全日规模、站点上下客高峰规模
	公交系统	运营线路方向、发车间隔、上客点客流规模
	各类停放车	停车利用率、周转率、收费状况、交通流线
	车道边	下客点拥堵情况、上客点发车效率、乘客排队情况
枢纽换乘组织	换乘规模	客流规模
	换乘便捷性	换乘距离、换乘时间、换乘方式
	换乘流线组织	流线冲突、拥堵节点
	换乘标识	规范、统一、简洁

1.2.1 交通规模及特征评价体系

交通规模及特征是交通功能的直接体现，对枢纽交通功能的判断和形成机理，直接有赖于对客流特征的分析，通过计算主要交通指标，分析枢纽自身实际运营状况与预测的差异，评价项目预期交通功能或目标的实现情况。

1.2.2 城市集散交通系统评价体系

枢纽配套集散系统是枢纽平稳运营的关键，针对枢纽集散交通系统中的道路交通、轨道交通及站点、公交系统、出租车、社会客车、非机动车交通等设施组成包括设施规划、客流情况、运营组织等评价体系建立。

1.2.3 枢纽内部换乘交通系统评价体系

作为一个综合交通枢纽，虹桥枢纽内部的换乘是十分复杂的，本文针对枢纽内部换乘交通系统中的换乘设施、换乘流线、换乘标识等相关内容建立评价体系。

2 虹桥枢纽客流效益评估

2.1 虹桥枢纽整体客流效益情况

现状客流吞吐量已经达到设计规模的 68%、城市集散交通与对外大交通呈现“倒挂”现象。虹桥枢纽规划客流规模达到 110 万人次/日，其中对外交通日均发送量达到 60 万人次/日，内部换乘量 10 万人次/日、城市交通 50 万人次/日。枢纽客流吞吐现状日均客流达到 74 万人次/日，接近设计规模的 68%，极端高峰日客流接近 97 万，接近设计规模的 90%。与规划预测相比较，城市集散交通与对外大交通呈现出“倒挂”的现象，34 万人次是来自对外大交通，40 万人次是来自城市集散交通，城市集散交通规模大于对外交通规模。

2.2 对外交通客流效益评估

(1) 对外交通总体到发量日均 34 万人次，达到设计规模的 56%。虹桥机场日均到发 10 万人次，达到设计规模（4000 万人次/年）；铁路虹桥站日均到发 23 万人次/日，达到设计规模（1.5 亿人次/年）的 58%，铁路客流快速增长成为枢纽客流增长的主要因素、铁路虹桥站跃居为上海第一大铁路客运站；长途西站日均到发 1 万人次，为设计规模（1000 万人次/年）的 40%，成为嘉青松区域性客运站、发挥了枢纽配套车站的作用。

(2) 虹桥枢纽初步实现对长三角及更大范围的辐射作用。枢纽 12% 对外交通客流来自上海以外，通过机场与高铁、城际铁路网络的衔接初步实现枢纽对长三角区域及更大范围的辐射，但这一数值低于规划数值中的 1/3 旅客来自上海以外。铁路 1/3 的外地客流是铁路内部中转客流，虹桥火车站成为华东地区重要的铁路中转枢纽。机场旅客外地客流主要集中在临近的苏州、南通、嘉兴等没有机场的城市。

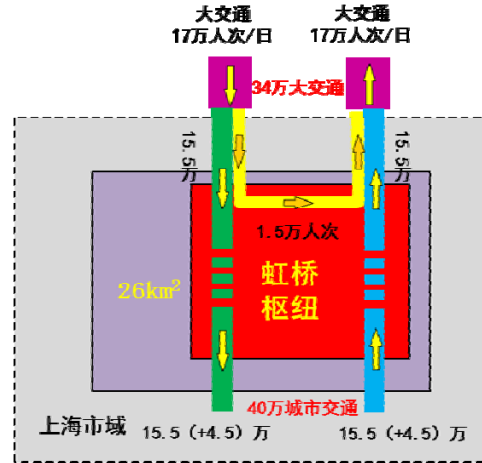


图 2 虹桥枢纽现状总集散交通组成

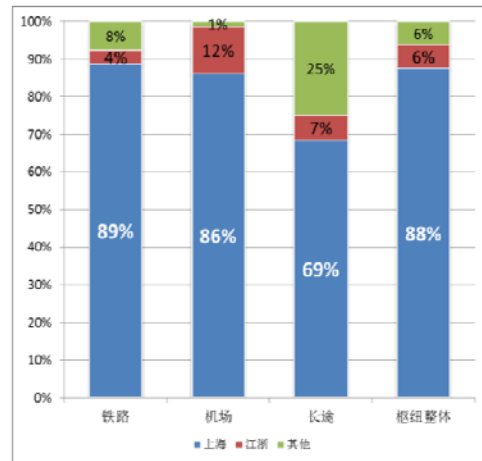


图 3 虹桥枢纽整体客流分布

2.3 城市集散交通客流效益评估

(1) 枢纽城市集散交通规模为 40 万人次/日，达到规划预测的 80%。极端高峰日接近 55 万人次/日，已经超出规划预测。其中，40 万城市集散交通中始发旅客规模约 31 万人次/日、接送客 6.5 万人次/日、通勤交通 2.5 万人次/日。

(2) 枢纽实现了多方式均衡的城市集散

目标。虹桥枢纽刚开通机场呈现出个体交通为主体、虹桥火车站启用后集散方式结构发生较大变化，地铁比例迅速上升，现状集散方式结构基本趋于稳定，现状地铁比例在 50%，公交上升至 6%，出租车 24-26%，社会客车 20%，接近规划预测目标值，实现了多方式均衡

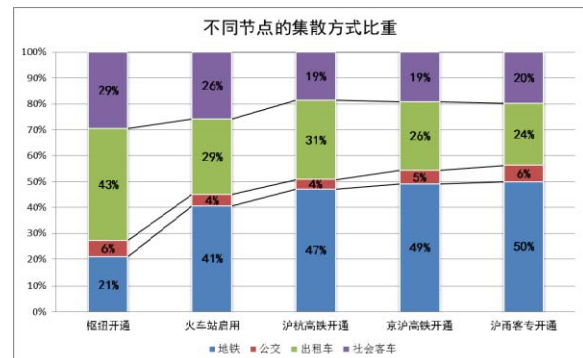


图 4 枢纽集散方式结构变化情况

的交通集散方式结构。其中虹桥机场轨道+公交比重 42%，个体化方式为 58%；铁路、长途部分轨道+公交高达 64%，个体化方式为 36%。

3 虹桥枢纽配套设施服务水平评估

3.1 集散道路系统服务水平评估

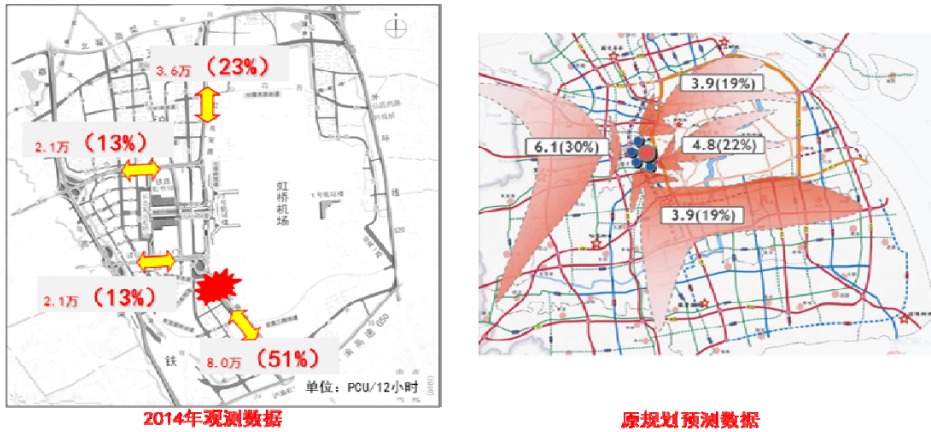


图 5 虹桥枢纽高架衔接道路车流分布

(1) 枢纽车流规模接近规划规模、分布呈现“南高北低：枢纽规划建设“一纵三横”已建成“一纵二横”，现状进出枢纽的高架道路流量为 15.7 万 PCU/日，折合全日规模为 19.6 万 PCU/日，接近 20 万 PCU/日的规划规模，车流分布呈现出南高北低的情况，造成现状车流分布不均衡的原因主要是“一纵三横”快速路未建设完成，且枢纽对长三角的辐射力度低于预期。

(2) 道路集散设施建设相对滞后、与中心城联系通道拥堵。G50 入城段承担了虹桥枢纽超过 50% 出入车流，现状高峰高方向饱和度达到 1.3；北翟高架相对枢纽运营初期，车流量有较大的上升，现状高峰饱和度达到 1.1 左右；嘉闵高架路、崧泽高架路高峰饱和度均在 0.4 以下。



图 6 外围集散道路高峰服务水平

3.2 公共交通系统服务水平评估

3.2.1 轨道站点服务及线路水平

(1) 地铁虹桥火车站站高峰客流疏散压力大。虹桥枢纽规划“三横一纵”轨道线路，现状开通了 2 号、10 号两条线路，设有虹桥 2 号航站楼站（2、10 号）、虹桥火车站站（2、

10 号) 和虹桥 1 号航站楼站 (10 号线) 3 个轨道站点。现状“二线三站”近 20 万人次,虹桥火车站站占 77%, T2 号航站楼站占 17%、T1 航站楼站占 6%, 极端高峰日枢纽地铁客流接近 30 万人次, 大客流期间虹桥枢纽火车站两个地铁站点面临的疏散压力较大。

(2) 缺少机场专线轨道、枢纽集散轨道中心城区段高峰拥堵。轨道交通 2 号线和 10 号线在枢纽段供需总体平衡, 但 2 条轨道线路经过上海中心城密集开发区域, 中心区三高断面拥挤度均达到 100% 以上, 呈拥挤断面增多, 高峰客流压力大, 轨道出行舒适水平较差。



图 7 虹桥枢纽“两线三站”的客流规模及线路服务水平

3.2.2 配套公交线路服务水平

常规公交服务方向和时间存在薄弱区域、公交分担比例低。虹桥枢纽现状 17 条常规公交线路、区内设置 1 条接驳线 (枢纽-爱博家园), 主要公交线路是开往新城方向。公交枢纽上下客流约 2.5 万人次/日, 公交承担 6% 左右的旅客和枢纽员工集疏运量, 这与预期的公交集疏运比重 10% 相比偏低, 主要原因是缺少公交线路对轨道空白地区和空白时间段的服务, 且部分线路发车间隔过长, 达到 30~45 分钟, 公交吸引力较低。

3.3 各类停放车服务水平评估

3.3.1 社会停车库服务水平

(1) 受过夜车辆积压影响, 机场社会车库超饱和服务。虹桥机场停车现状日均近 1 万辆, 停车平均周转率为 2.2~2.4 车次/日。停车规模较 2012 年增长 13%, 但利用率却由 2012 年的 50% 上升至 2014 年 90%, 主要是受 2012 年过夜停车费下调影响, 导致过

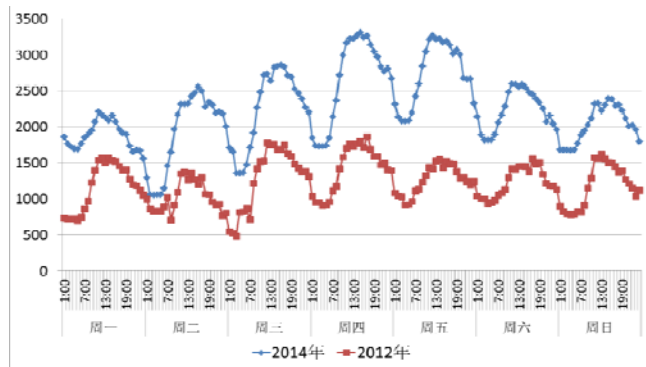


图 8 虹桥东交通中心停车库一周变化

夜车比例过高，过夜车规模占总泊位的 40%~50%（实际停车泊位为 3720 个）。受航空商务客出行规律的影响，周四-周五车辆积压最为严重，严重影响短时停车的效率。

（2）铁路停车设施供求平衡，但节假日存在短时供不应求。铁路现状停车达到日均 1 万辆，停车平均周转率为 4.4 车次/车位。受铁路到发特征及铁路旅客出行习惯的影响，铁路停车时长较短、过夜车比例小，西交通中心停车库运行较为平稳，利用率逐步上升至现状 65%。

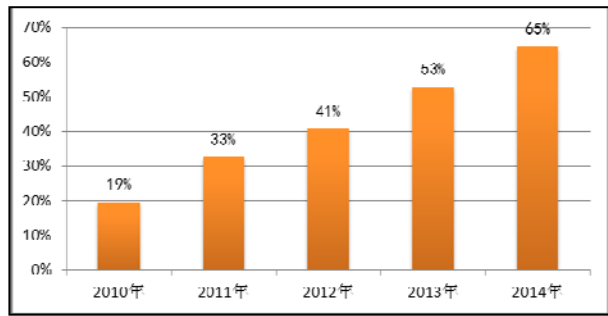


图 9 虹桥枢纽西交通中心停车利用率

但由于铁路客流在节假日呈现大幅上涨，节假日高峰密集时刻会出现短时的车辆排队进出情况。

3.3.2 出租车蓄车场服务水平

机场蓄车场未按规划做足规模、导致高峰时段蓄车场车流外溢。虹桥枢纽规划 4 个出租车蓄车场，现状开启 3 个，磁浮蓄车场未启用，总蓄车位 2750 个。枢纽出租车蓄车场日均发车现状达到 2.6 万辆，机场为 1.4 万辆、铁路为 1.2 万辆，铁路出租车发车量呈现逐年上涨的趋势。由于机场蓄车场未按原规划设计做足规模，仅 750 个泊位（规划 1000 个），机场夜间航班集中到达高峰时段，蓄车场使用率近 100%，导致蓄车场周边申昆路排队严重。

3.3.3 非机动车停车场服务水平

员工非机动车停车为增设临时停车，存在后续使用问题。枢纽规划之初，未重视枢纽员工非机动车的问题，后增设两处非机动车停车场，一处位于磁浮空置地以北（2000 辆），一处位于申贵路以北，现在基本满足枢纽员工非机动车停车需求。但磁浮处停车场为临时停车场，一旦磁浮空间利用后，需要重新选址。

3.4 枢纽车道边服务水平评估

（1）出发车道边整体运行情况良好，但存在部分拥堵节点。由于南北车流分布不均衡，航班及高铁出发高峰时段南侧出发层车流近 5000PCU/小时，受航站楼值机柜台分布及高铁安检口的影响，南侧的出发层小客车车道边出现排队情况。

（2）机场出租车上客点运行高效有序、铁路上客点存在高峰发车能力不足问题。虹桥机场出租车上客点效率目前位居国内机场首位，共设置两组车道边，采用锯齿状上车位，上车位可达 18 个，确保出租车候车时间不超过 15 分钟。铁路上客点分为南北两个上客点，发车布局平峰采取“两列三排”，高峰采取“三列三排”，发车效率有所提高。但大客流高峰车

流、客流排队情况仍旧严重，旅客排队长度达 400~500 米。

4 虹桥枢纽内部换乘组织评估

4.1 内部换乘客流规模

表 2 虹桥枢纽现状换乘客流规模及规划预测情况（万人次/日）

对外-对外换乘			对外-城市换乘		
换乘项目	规划预测	现状	换乘项目	换乘项目	规划预测
机场-铁路	1.3	0.5	铁路-轨道	11.0	14.7
机场-长途	2.2	0.1	铁路-出租车	8.8	4.2
铁路-长途	1.8	0.1	铁路-小客车	8.8	4.8
机场-磁浮	0.7	—	铁路-公交	5.6	1.0
铁路-磁浮	3.4	—	机场-轨道	2.5	4.5
磁浮-长途	1.0	—	机场-出租车	2.6	5.0
铁路内部中转	未预测	0.4	机场-小客车	2.5	3.3
机场内部中转	未预测	0.2	机场-公交	1.5	1.4
			长途-轨道	0.3	0.36
			长途-出租车	0.3	0.02
			长途-小客车	0.3	0.10
			长途-公交	0.2	0.12
			磁浮-城市交通	6.2	—
合计	10.4	1.3	合计	50.4	39.6

(1) 枢纽内部换乘规模未达到规划预期。受磁浮未建设的影响，虹桥枢纽内部对外-对外中转客流规模约 1.3 万人次/日，占枢纽对外交通规模的 8%，仅为规划规模的 13%；其中空-铁中转规模最大，达到 0.5 万人次/日。

(2) 对外-城市换乘交通规模多项超出预期。城市换乘客流则已经达到设计规模 80%，对外-城市换乘交通规模多项超出预期，尤其是轨道承担的客流规模高于预期。这一定程度上是受到对外-对外换乘功能不完善及枢纽常规公交不完善的影响。轨道交通承担的客流比重高，但轨道车站的疏散能力有限，轨道交通站点客流疏散在大客流期间将是一个严峻的安全问题。

4.2 内部换乘组织评估

对外综合枢纽功能一定程度实现，但内部换乘水平尚待提高。

(1) 枢纽缺少内部换乘捷运系统，空铁联运换乘服务水平有待提高。铁路与机场之间换乘直线距离高达在 800 米，步行需要 15 分钟以上，通过地铁换乘，垂直交通、候车等时间也需要 15~20 分钟。对于携带大行李的旅客来说并不便利。现状空铁中转 55%是通过地铁进行转换，37%是通过步行，8%是通过出租车及接驳巴士

(2) 虹桥火车站节假日高峰存在人流疏散隐患。地铁虹桥火车站站平日高峰进出站客流 1.0~1.5 万人次/小时，节假日可达 2~2.5 万人次/小时，容易发生换乘流线冲突。现状主要换乘流线冲突有两处，一是地铁虹桥火车站站上下扶梯处，受垂直交通设施能力限制，形成客流拥堵点；二是在铁路虹桥火车站到达层（B1 层）西侧至出发层（2 层）的自动扶梯，汇集地铁、公交、长途、社会客车等多种方式出发客流，极易形成客流对冲点。



图 10 枢纽内部待改善的换乘标识

(3) 枢纽内部换乘标识有待进一步改善。作为包括不同交通设施、不同主管部门、服务标准有待统一的综合枢纽，枢纽内部换乘标识要实现规范、简洁、统一的要求，需要一个逐步完善的过程，未来三个主要的改进方向：一是枢纽应统一高铁、机场等不同区域的标识，实现标识的统一；二是部分指标不明显，应保证确保换乘过程信息连续性；三是适当简化换乘通道上的指示牌，做到简洁。

5 虹桥枢纽后评估总结

从实际运营的效果进行评估，虹桥枢纽初步实现立足上海、服务长三角的规划功能定位，客流规模增长迅速，仅 4 年时间就达到规划规模的 70%，实现了多方式均衡的集疏运目标，交通设施总体供求平衡，集疏运服务水平处于国内外先进水平。但由于浦东-虹桥两场快速轨道联系的缺失、铁路集散设施的既有规划不足、外围集散路网建设相对滞后等问题，枢纽在运营过程中也暴露出一些交通问题，需要通过加快设施建设、完善运营手段等方式解决。

表 2 虹桥枢纽主要指标现状规划对比

评价内容	评价指标	评价指标		
		现状	规划	实现程度
对外交通	客流规模	34 万人次/日	60 万人次/日	56%
	客流来源	上海 88% 上海以外 12%	上海 2/3 上海以外 1/3	差距较大
城市集散	客流规模	40 万人次/日	50 万人次/日	80%
	客流组成	旅客 78%、接送客及员工 22%	旅客 80%、接送客及员工 20%	基本实现
	方式结构	地铁 50%、公交 6%、小客车 21%、出租 23%	地铁 50%、公交 10%、小客车 20%、出租 20%	基本实现
内部换乘	客流规模	1.3 万人次/日	10 万人次/日	13%
进出 枢纽交通	客流规模	74 万人次/日	110 万人次/日	68%
	车流规模	19.6 万 PCU/日	20 万 PCU/日	98%
	车流分布	南 51%、西南 13%、西北 13%、北 23%	南 22%、西南 19%、西北 30%、北 19%	差距较大

【参考文献】

- [1] 《虹桥综合交通枢纽交通后评估》[R],2014 年,上海市城乡建设和交通发展研究院。
- [2] 《虹桥综合交通枢纽集疏运体系规划》[R],2006 年,上海市城市综合交通规划研究所。
- [3] 《虹桥综合交通枢纽交通流组织关键技术和评价指标体系研究》[R],2011 年,上海市城市综合交通规划研究所。
- [4] 《虹桥商务区交通挑战与可持续发展研究》[R],2012 年,上海市城市综合交通规划研究所。

【作者简介】

王铭艳,女,硕士,上海市城乡建设和交通发展研究院,工程师。电子信箱:
jlwmy@hotmail.com