

发展战略·企业管理·安全运行·建设管理·节能环保·信息设备·航空物流

上海空港

第22辑

SHANGHAI

AIRPORT



上海机场(集团)有限公司
SHANGHAI AIRPORT AUTHORITY

主编 刘武君

出版 上海科学技术出版社

上海空港

SHANGHAI AIRPORT

第22辑

主编单位

上海机场（集团）有限公司

协编单位

同济大学

上海建工集团股份有限公司

中国民航机场建设集团公司

华东建筑集团股份有限公司

上海民航新时代机场设计研究院有限公司

中国中元国际工程有限公司

主编

刘武君

出版

上海科学技术出版社



图书在版编目(C I P)数据

上海空港. 第22辑 / 刘武君主编. —上

海: 上海科学技术出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5478-3253-0

I. ①上… II. ①刘… III. ①国际机场-
机场建设-上海-文集 IV. ①TU248.6-53
中国版本图书馆CIP数据核字(2016)
第223847号

出 版 上海世纪出版(集团)有限公司
上海科学技术出版社

印 刷 *****有限公司

编辑部 上海机场(集团)有限公司
技术中心

地 址 上海市浦东国际机场启航路
300号507室

邮 编 201202

电 话 (021)68349138

传 真 (021)68349228

E-mail editor@shairport.com

开 本 889×1194 1/16

字 数 350千字

版 次 2017年12月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-5478-3253-0/V • 16

定 价 57.00元

主编单位

上海机场(集团)有限公司

协编单位

同济大学

上海建工集团股份有限公司

中国民航机场建设集团公司

华东建筑集团股份有限公司

上海民航新时代机场设计研究院有限公司

中国中元国际工程有限公司

Sponsors

Shanghai Airport Authority Science & Technology Committee

Supported Sponsors

Tongji University

Shanghai Construction Group Co.,Ltd.

China Construction Group Corporation of CAAC

Arcplus Group PLC

Shanghai New Era Civil Aviation Airport Design and Research Institute Co.,Ltd.

China IPPR International Engineering Co.,Ltd.



封面题字
主 编

杨国庆
刘武君

顾问编委

吴建融 冯 昕

(以下按姓氏笔画为序)

刁永海 马兴发 马志刚 王长益 王吉杰 叶可明 西绍波 任英利 刘 清
刘观昌 寿子琪 李金良 汪天翔 张永东 张光辉 张学兵 陈 华 陈东风
周栋亮 周俊龙 郑广宏 钮晓鸣 姚 钧 姚祖康 袁顺周 贾锐军 莘澍钧
夏丽卿 彭爱兰 蒋云强 蒋作舟 蔡 军 管式勤 戴晓坚
Ben Hasselman (荷) Jeffrey Thomas (美) Tony mills (英) 是枝孝 (日)

编 委
按姓氏笔画为序

丁文其 王伟良 王晓鸿 王振军 冉祥来 华志坚 许巨川 杜豫川 吴玉林
吴永刚 张志良 张建平 张海英 陈 川 陈建国 邵百俭 林 晨 罗 勇
周红波 赵 巍 赵鸿铎 胡建华 胡群芳 贺胜中 袁 捷 柴震林 殷振慧
康 建 董政民 舒文春

编 辑
责任编辑
特约编辑
按姓氏笔画为序
装帧设计

上海机场 (集团) 有限公司技术中心
高军晓
丁 杰 王立强 王亚民 王鑫玮
郑悦锋 姚 倩 屠乙鸣 蔡正祯
房惠平



目录

规划设计

- 006 香港机场旅客捷运系统运营规划浅析 刘武君 林 晨 顾承东 倪小川
010 基于机场协同的城市群区域轨道交通与机场衔接研究 陈 璐 朱 炜 徐瑞华
017 浦东机场捷运系统运维业务管理模式分析 邵百俭 陈 华 李文沛 杜 磊
023 国内外机场捷运系统应用案例浅析 周思悦 倪小川 李 嵩 包亚敏
031 多元主体参与下的机场周边开发机制创新——以虹桥机场东片区为例 谭 靖
037 关于智慧机场的建设构想及探讨 廖国胜
043 深圳机场客流特征分析及轨道交通服务相关建议 韦献兰 叶建伟

安全运行

- 049 在国家战略的指引下推动航班时刻资源实现更优化配置 马洁华
054 虹桥机场飞行区管理体制优化研究 傅卿娜
058 关于U型机坪运行管理的探讨 刘晏滔
062 利用统计学列联表分析法研究ACI测评数据中的旅客乘机特征和行为信息 孙海峰
071 基于关键链技术的项目进度管理方法在浦东机场协同决策项目中的应用研究
陈 勇 潘硕华 施 玲
079 上海虹桥机场公务机运行管理探讨 刘晏滔
083 民航飞机故障风险探讨 杜泽府
093 网格化思想政治工作模式的构建与应用 陈都峰

建设管理

- 097 卫星厅工程不停航施工管理 王晓鸿 张 烨
102 浦东机场卫星厅桩基工程施工管理 王晓鸿 张 烨
106 基于结构化方法的虹桥机场东片区综合改造工程运营准备进度计划编制研究
刘泓邑 赵志华 盛 楠 贾广社
113 机坪区地基浅层处理对登机桥桩基的影响探究 房滋恩 王晓鸿
119 云计算技术在浦东机场南卫星厅信息系统建设中的应用研究 奚瑞骏 陈 勇 潘硕华



信息设备

- 124 浅述尼龙块毯在机场航站楼的应用 王奋武 刘 成
-
- 129 机场可持续发展分析评估系统平台产品比较分析 余 路
- 135 数字视频流传输控制策略的研究 金 骁
- 140 基于数据的异常高峰时呼叫中心的接入瓶颈探究 李 波 顾振昕
- 147 浦东机场生产系统超融合架构云平台的规划与实施 施 玲 潘硕华 陈 勇
- 156 浦东机场两大无线网络后台认证技术的研究 张 晨 程 晨
- 161 利用安全审计网关对系统访问控制策略的改进分析 张智铭
- 166 航站楼低压电缆路径探测方法研究 项 晶 陈轶君
- 170 关于降低 T2 航显系统工控机故障率的应用研究 袁 衍 孙 剑 汪 凯 夏 菁

航空物流

- 177 学习香港经验，提升上海浦东机场货运服务能力 陈 川
- 181 上海机场固定资产投资建设项目后评价实施初探 王鑫玮 王立强 蔡正祎
- 185 浦东机场实现货运吞吐量世界排名第一之途径探究 周力行
- 195 把握机遇，推动浦东机场枢纽航站楼建设 陈珺玮
- 200 共赢跨境电商大未来——浅析上海空港经济转型的跨境电商机遇 付大毛

动 态

- 205 民航局行政审批服务大厅正式启用
- 205 华东局组织杭州机场 II 类运行验证试飞
- 206 南京禄口机场成为 4F 级机场
- 206 北京新机场建设全面展开，2019 年建成投运
- 207 韩国将扩建金海机场，预计 2026 年完工
- 208 莫斯科第四座民用机场对外开放
- 208 日内瓦机场用机器人为旅客搬行李：效率大增

资 讯

- 209 2015 年机场服务质量奖（ASQ）获奖名单

香港机场旅客捷运系统运营规划浅析

刘武君 林 晨 顾承东 倪小川
(上海机场建设指挥部)

[摘要] 为学习机场旅客捷运系统成熟运营管理经验, 2016 年 9 月上海机场建设指挥部一行四人至香港机场学习调研。本文通过对香港机场捷运系统运营现状和发展规划进行研究以及对其运营中遇到的问题进行分析, 提出目前胶轮 APM 捷运系统不能很好地适应“卫星厅+捷运系统”模式下大流量旅客转换的需求, 未来国内机场旅客捷运系统将会越来越多地采用更大运量、更成熟的城市轨道交通系统。

[关键词] 香港机场 卫星厅 旅客捷运系统 发展规划

1 香港机场的新旧两版规划介绍

1) 香港机场原总体规划

香港机场原规划是 Y 形指廊加一个 X 形卫星

厅的构型(图 1), 旅客捷运系统是一个五站四区间的循环运行系统, 但旅客捷运系统规划过程中选了一个较小运量的胶轮 APM 旅客捷运系统。

随着香港机场业务量不断增加, 原规划中机位

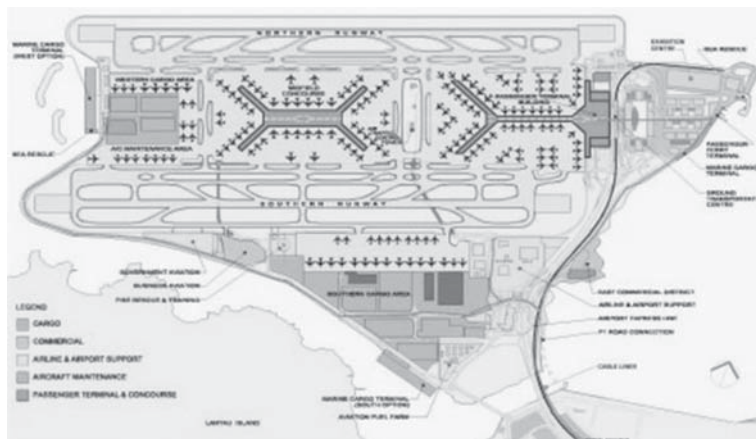


图 1 香港机场原总体规划

不足，特别是过夜机位、远机位、货机位不够的问题越来越明显地显露出来。

2) 香港机场新版总体规划

按照预测，香港机场的远期会超过1亿人次的年客流量，所以香港机场新的总体规划须增加一条跑道。由于香港机场临海，增加一条跑道不容易，且只能增加一条跑道，于是须尽量提高其能力，因此规划中选择了远距离跑道。

为了增加机位，同时也回避目前旅客捷运系统

能力不足的问题，结合第三跑道的规划建设增设北卫星厅，北卫星厅远期可提供约60个近机位。根据目前公示的三跑道系统设计方案（图2），先期实施的三跑道客运大楼（北卫星厅）建筑面积约为28万m²，提供约57个机位（34个近机位、23个远机位），每年处理3000万人次客运量。

配套新规划的北卫星厅，需要规划建设新的旅客捷运系统。

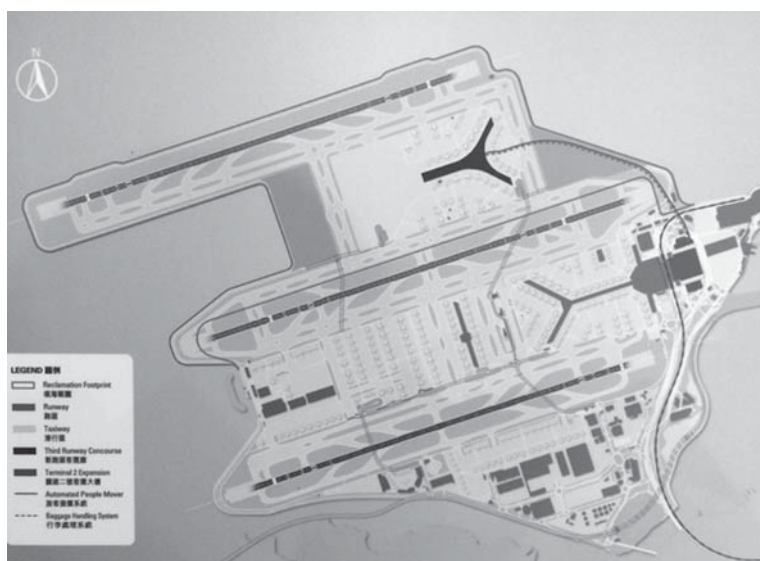


图2 香港机场新总体规划

2 旅客捷运系统的发展现状

香港机场旅客捷运系统最初规划为三站（一号航站楼站、指廊站、卫星厅站）两区间两股道循环运行。机场投运后又规划建设了码头线（图3中线路4），由于一期旅客捷运系统未做好预留，该线基本上独

立运行，采用单线穿梭运行模式。后来，在西卫星厅规划建设时，除原规划线路外增设了卫星厅站与指廊站之间的备用线，也采用单线穿梭运行模式。

现有旅客捷运系统设主楼站、指廊站、卫星厅站、码头站，还有一个车辆基地（图3）。

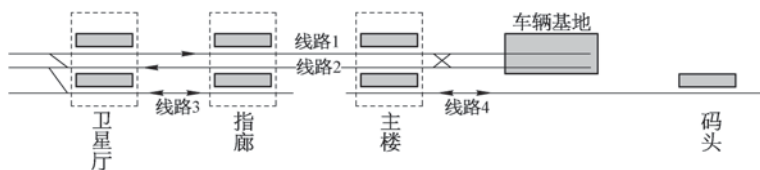


图3 香港机场旅客捷运系统运营现状

3 现有捷运系统和设施所存在的问题

对于目前运行的香港机场捷运系统，结合机场运营主要存在以下几方面问题：

(1) 选取的侧式捷运站台方案无法实现 24 h 运行。

(2) 四节一列形成的车辆系统和基础设施系统，无法简单扩容。

(3) 增加了“一字形”的西卫星厅后，因“旅客到达高峰超负荷”和“容错功能需求”这两个原因，不得不增加了一股道的单线（图 3 中线路 3）；同样，由于规划是系统未预留好，码头线（图 3 中线路 4）只能独立设置第三股道，而且增加的这两条单轨线都只能穿梭运行。

(4) 原总体规划（X + Y）是有旅客捷运系统规划方案的，由于 X 形卫星厅容量太大，或者说选取的捷运系统容量太小，而不得不放弃原规划。同时增设的两条穿梭运行线路，虽然能缓解运能不足的问题，却使整个旅客捷运系统复杂、混乱，旅客

使用不便。

4 旅客捷运系统的发展规划

按照香港机场捷运系统规划，需要为北卫星厅规划建设一套三站两区间的旅客捷运系统，北卫星厅分两期建设，设东、西两站，每站服务 30 个近机位（图 4）。

考虑到旅客捷运系统的容量问题，规划了四股道的旅客捷运通道，先行建设三股道，中间两股道（图 4 中通道 1、通道 2）正常运行，一股道（通道 3）用于应对高峰客流。预留的另一股道待北卫星厅西站建设时一并建设。四股道中有一股道可在非高峰时进行维护，从而可以实现捷运系统 24 h 运行。计划采用六节编组的车辆系统，其中一节车厢用于容错功能。

新的旅客捷运系统需要一个车辆基地，规划通过该车辆基地与老的旅客捷运系统联系。

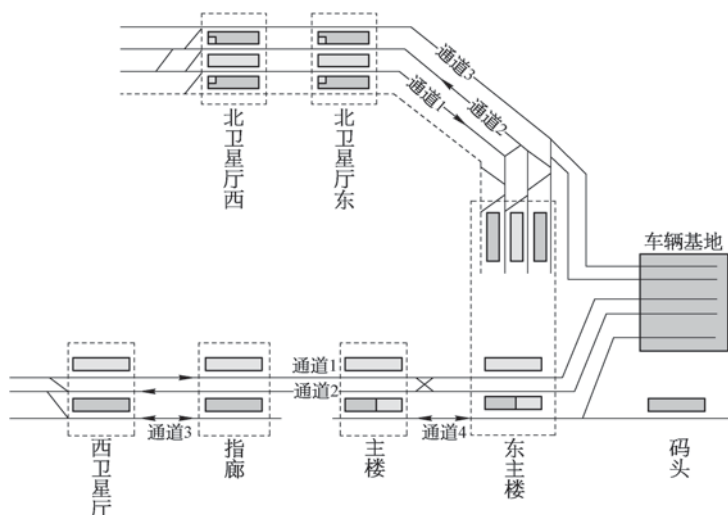


图 4 香港机场未来的旅客捷运系统规划

5 对于香港机场未来捷运系统和设施的疑问

由于香港机场现有车辆基地规模不足，且无法

扩容，香港机场远期规划合并建设一个新的车辆基地，但考虑运营方式等因素其实已经锁定了新的旅客捷运系统的制式。

鉴于香港机场捷运系统规划和运营模式的复杂性,调研过程中我们向香港机场捷运系统管理人员提出两点疑问:①四股道捷运系统,实际上等同于两套旅客捷运系统,规划中为什么不选择更大容量的旅客捷运系统?②“一岛两侧”的站台设施最能适应各种运行模式的切换,为什么不采用“一岛两侧”站台?不过没有得到对方较合理的答复。

6 “卫星厅+捷运系统”模式的利弊分析

卫星厅有利于增加近机位数量,从而可提高旅客服务质量。“大卫星厅+捷运系统”有利于旅客中转,同时还有利于航空公司运营(从成本和效率角度),所以目前机场卫星厅有越做越大的趋势。

从世界范围看下来,已经运营的旅客捷运系统绝大多数在美国,几乎都用于航站楼之间的旅客转换。只有美国的亚特兰大和丹佛等少数机场用于主楼与卫星厅之间的旅客运输,均已遭遇旅客捷运系统能力不够的问题(亚特兰大已准备建设第二条旅客捷运系统)。此外,美国的旅客捷运系统几乎都用于国内航班,而他们的国内航班的出发、到达旅客是混流的。因此,强烈建议国内在规划卫星厅时,尽量将国际航班与国内航班分置于不同的卫星厅。

总体而言,“卫星厅+捷运系统”存在三个问题:①运输能力问题,特别是国内,往往都要求运量要大。②国际国内、出发到达的分流要求会引起的适应性问题。③容错问题。后面两个问题最终又回到第一个问题上来,即反映为运能问题。

7 启示

随着以互联网为代表的信息技术的高速发展,特别是电子值机方式的普及,航站主楼的需求将越来越小。已有的航站主楼可以带动更多的机位,“卫星厅+捷运系统”这种模式将会有很大的发展。

从香港机场旅客捷运系统的经验教训中,我们

看到这种传统的胶轮系统可能不能很好地适应我国这方水土。主要表现在以下两个方面:

(1)胶轮旅客捷运系统的能力不够,它的编组一般不宜超过四节,最多六节。为应对国内机场旅客量的巨大需求和卫星厅的大型化趋势,断面单向高峰客流量超过5000人是必须的(香港机场已经达到7000人;旅客捷运系统除了旅客,还要考虑工作人员、机组,以及认可的游玩和容错等)。

(2)胶轮旅客捷运系统的适应能力不够,不能简单增挂车辆(如果编组过长,就会影响其爬坡能力强、转弯半径小的优势);加上香港机场为之所建的基础设施(侧式站台),使之没有较强的适应性。另外,由于胶轮旅客捷运系统市场规模小,产品更新快,造成旅客捷运系统在运行后的改造、升级、扩建等,都相对比较困难,几乎不能二次招标。

因此,我们大胆地预测:未来我国的机场旅客捷运系统一定会越来越多地采用更大运量的、市场更成熟的轨道交通运输系统。

上海浦东国际机场在研究了世界上近50个正在运行的机场旅客捷运系统之后,最终采用了运量大、技术成熟、性能稳定、适应性强、钢轮钢轨、最普通的城市轨道交通系统。并将其建设、运营、维护等,整体委托给有着约1000km城市轨道交通建设运营经验的上海申通地铁集团有限公司。

作者简介

刘武君,工学博士,教授级高级工程师、国家注册城市规划师、国家注册咨询工程师(投资)。现任上海机场(集团)有限公司总工程师,上海机场建设指挥部总工程师、副总指挥;兼任清华大学、同济大学、中国民航大学教授、博士生导师等。

E-mail: liuwujun@shairport.com

基于机场协同的城市群区域轨道交通 与机场衔接研究

陈璐 朱炜 徐瑞华
(同济大学)

〔摘要〕城市群区域交通一体化是带动区域经济文化往来，促进城市群协同发展的重要基础。本文基于机场群协同发展目标，分析了国内外典型的空铁衔接案例，从必要性、可行性等方面探讨了长三角城市群中上海浦东机场和杭州萧山机场协同发展的适应性，并提出了两大机场通过轨道交通进行衔接的初步方案，为长三角区域机场群及空铁联运的发展提供了参考和支持。

〔关键词〕空铁联运 机场协同 城市群 交通一体化

1 概述

如今轨道交通网络系统不断发展，在城市间的运输方面大大改变了旅客的出行行为和出行习惯。高铁连通远距离的大型城市，中长距离的出行愈发便捷，带动了多边的经济和贸易增长。近年城际铁路网络的建设加快，深入贯彻城市群区域协同共赢的理念，区域的发展从个别城市的突出贡献逐渐走向了全面提升，其中交通网络起到了很大的沟通连接作用。随着“零米支线”概念的提出，空铁联运这种组合型的新客运模式为交通运输的发展带来了新的契机。铁路作为民航在短距离上的运输补充，对航空和铁路系统进行资源整合利用，在提高旅客出行便捷性的同时提升了机场运营管理的高效性。

铁路与民航在联合运输的过程中互补优势协同发展，使得两大运输系统逐渐形成了合作共赢的局面。

对于单个机场而言，空铁联运模式能够有效地提升机场可达性，而在推动城市群区域交通一体化的过程中，多机场的协同发展则显得尤为重要。同一城市群区域，航线航班具有一定的相似性，区域内部的各机场间是竞争与合作共存的关系。协同发展的意义不仅能够明确各机场的功能定位，进行重点建设，更是以区域交通一体化为核心，提倡差异化竞争减少资源浪费，使区域整体运输能力发挥到最大化。

在大型机场的旅客集散过程中，轨道交通以其大运量的输送能力占有举足轻重的地位。在铁路规划的沿线串联起多个机场形成网络上的交通枢纽，在增强轨道交通网络各点可达性的同时还为铁路提

供了客流保障。区域内连接机场的铁路不仅承担着区域内部运输的需要，还为各个机场进行沿铁路线的客流集结和疏散。打破城市概念划分的壁垒，从区域一体化的角度建立以机场为核心、轨道交通为通道的运输网络，有利于提高区域轨道交通网络的整体能力利用率。

区域机场间借由铁路进行直接连接，除了提高铁路网络的灵活性，更有利于促进区域内机场的协同发展，是航空与铁路运输的双赢合作模式。打通以两大机场为主节点的交通走廊，能够在实现机场间客流中转需要的同时，为机场吸引沿线的周边客流，扩大机场的辐射范围，带动铁路沿线地带和机场所在地实现进一步的整体发展。只有轨道交通线路在区域内贯通各个交通枢纽，不断提升机场间的中转便捷性，才能对各机场进行明确定位、分工协作，从而实现区域交通一体化，发展区域经济一体化。

此外，基于现实需求，航空的运输需要机场之间相互协助运营。航班在其起飞和降落时均需要一个设备能力能够满足需要的机场作为平台，当飞机由于天气等各类原因无法飞往或着陆原定机场时，则需前往计划中的备降机场进行降落和下客。通常这些备降机场都与原定目标机场距离较近，同属于

一个城市群区域，这就使得区域内多机场之间的协同发展变得格外重要。

本文以长江三角洲地区上海浦东国际机场和杭州萧山国际机场的衔接研究为例，对基于区域机场协同发展的城市群区域轨道交通与机场衔接优化进行探讨。

2 国内外机场铁路连接案例分析

2.1 英国伦敦希斯罗机场

英国伦敦有多个民用机场。希斯罗机场位于英国伦敦市中心以西 22 km 处，是欧洲最大最繁忙的机场。由于机场位置均在市郊，与市中心存在一定距离，希斯罗机场以及伦敦其他机场均采用多种运输方式连接市区，通过空铁联运的方式提升机场的可达性，旅客可以在抵达机场后以轨道交通的形式迅速、可靠、高效地前往自己的目的地（图 1）。

以希斯罗机场为例，机场快线连接了伦敦的城市航站楼帕丁顿车站。乘客可以在该车站办理值机并托运行李，再通过乘坐机场快线轻松便捷地前往希斯罗机场。另一方面，机场又以城市轨道交通与伦敦的主要酒店区、商业区和旅游景点相连，并能与伦敦市内的 9 条其他地铁线路方便换乘，是机场

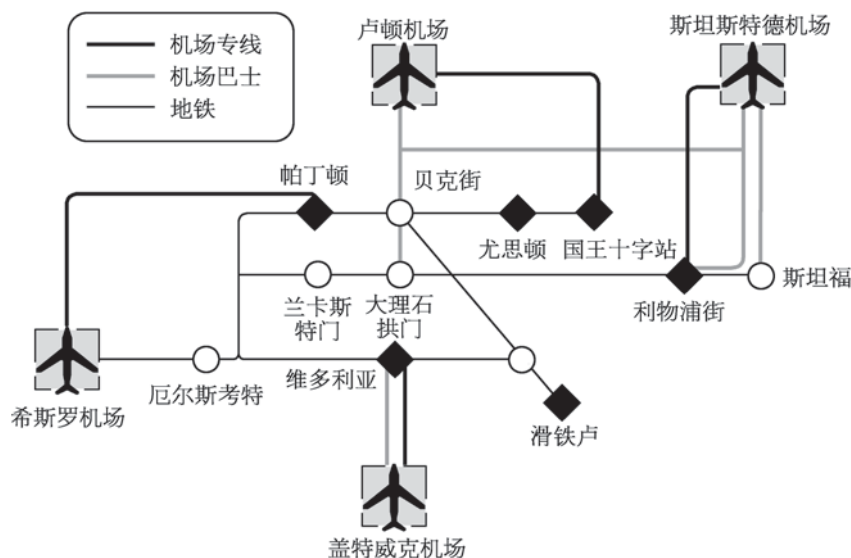


图1 英国伦敦机场与轨道衔接示意图

集散旅客的重要交通方式之一。希斯罗机场以两条轨道交通线路将旅客进行分流，服务于不同类型不同需求的旅客，提升了机场通达性的同时，轨道交通将多个机场进行了有效连接，使得整个航空网络与轨道交通网络互相融合。

2.2 韩国仁川国际机场

韩国仁川国际机场是首尔主要的外联机场，也是韩国最大的民用机场。机场坐落在仁川广域市西部的永宗岛上，距离首尔市 52 km，2001 年启用后代替了旧有首尔金浦国际机场的国际航线枢纽地位。作为一个濒海机场又是国际交通枢纽，仁川国际机场采用轨道交通系统为主、道路交通为辅的衔接模式解决了短距离交通不便的劣势。机场铁路的规划建设主要服务前往首尔市中心的旅客，而鉴于仁川机场承担了首尔金浦机场的部分运输任务，两机场之间仍存在着客流中转的需求，故沿线设立了金浦国际机场站，使得两场之间实现“一线直达”。机场铁路分别运行停靠所有站点的普通列车和中途无停靠的首尔火车站直达列车，通过运输组织模式的协调有序高效地解决各类旅客的出行需求（图 2）。



图 2 韩国机场铁路走向示意图

2.3 上海虹桥国际机场

国内的空铁联运发展，可以虹桥综合交通枢纽为例。虹桥火车站东邻上海虹桥国际机场 2 号航站楼，换乘通道约 200 m。2010 年投入运营后，抵达虹桥国际机场后需要前往周边其他城市的旅客可以自主购买途经虹桥火车站或是在此始发的高铁列

车，无须再进入上海城区内部便可直接离开上海前往周边铁路沿线城市（图 3）。虹桥综合交通枢纽的建设减轻了上海火车站、上海南站两个铁路枢纽车站的压力，并释放了上海城市轨道交通 2 号线和 10 号线的运输能力，避免了旅客在空铁中转上时间与精力的无谓消耗。此外，上海铁路局还与多家航空公司共同推出“空铁通”联运产品，目前已有 16 个高铁车站的 130 多趟高铁列车与逾 800 班次航班实现了空铁双向衔接联运服务，以代码共享的方式使得旅客的出行更加便捷和顺畅。

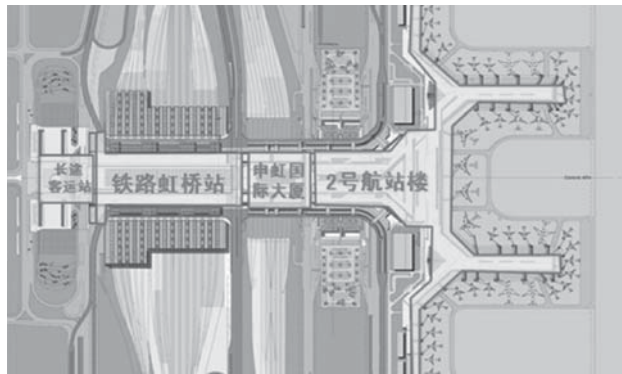


图 3 上海虹桥综合交通枢纽换乘通道示意图

从国内外机场铁路连接的案例来看，机场与铁路互相连接能够达到以下效果：①提升机场可达性；②扩大机场辐射范围；③缓解机场周边道路交通拥堵；④吸引铁路沿线客流；⑤丰富区域交通网络多样性。空铁联运是目前交通网络运输的重要发展方向，从国内外的典型案例可以发现，采用联运模式后不仅对于机场的竞争力有所提升，同时也对铁路线网的客流产生吸引，能够达到协作共赢的效果。故而对于城市群区域而言，机场间的协同发展和对轨道交通与机场的连接都具有重要的研究价值和现实意义。

3 浦东、萧山机场协同发展的必要性和可行性

3.1 必要性

在长三角城市群中，浦东机场、萧山机场作为

千万级大型机场，距离相近能力相当，两者在航空系统中必然是竞争与合作共存的关系。作为长三角城市群区域交通网络的重要节点，机场间的协同发展不仅有益于解决目前各机场自身存在的问题，着眼未来区域一体化发展更有其必要性。

1) 带动沿海城市带交通，促进经济一体化发展

着眼城市群区域的未来发展，空港作为城市经济活动的重要节点，很大程度上决定了区域发展的规模与深度。两大机场借由城际铁路进行连接，将开辟出一条新的以两大机场为主节点的交通走廊，辐射至目前高速铁路甚至普速铁路未能惠及的地区，有利于促进区域交通一体化。由目前国内的城市发展情况看，交通发展带动经济发展是一个必然趋势，交通的便利性促进了当地的贸易往来增多，带动了本地与其他地区的经济文化交流，十分符合我国目前区域化城市群整体发展的规划目标。形成以机场为核心的运输服务模式，促进整个沿海城市带的交通一体化发展，能够使得经济一体化的诉求实现更进一步的发展。

2) 整合区域交通拓展市场，扩大机场辐射范围

尽管近年来，萧山机场的旅客吞吐量和货邮吞吐量增长速度都很快，始终在华东地区保持第三的位置。但与浦东机场相比，两者之间仍存在有一定的差距。对于杭州萧山机场，想要建成区域枢纽机场，就必须整合区域交通拓展市场，交通可达性会影响一个机场的吸引能力，而目前萧山机场仅可通过公路方式抵达，大大限制了机场的发展。想要扩大机场的辐射范围，从杭州市向外延伸，将轨道交通纳入机场枢纽的系统中就显得尤为重要。

3) 加强各机场差异化功能定位，互补共赢

大型机场枢纽的发展模式多有相似之处，但区域内部各机场间的功能相似、重复竞争造成的资源浪费违背了城市群区域的整体性规划。对于城市群区域中的多个机场协同发展，要根据机场在区域整体规划的目标进行差异化功能定位，例如浦东机场需侧重于国际航线，那么就要针对国际航班的需求对设施设备进行建设。针对自身的定位有侧重地开展建设和布局，

有选择性地进行设施设备和服务能力培养，明确了各自的功能定位和发展方向，才能有效地避免能力浪费，达到互补共赢的区域整体协同发展。

4) 实现区域内机场的协调发展、联动联运

《长江三角洲地区区域规划》中提出要完善交通通道建设并加快综合枢纽建设。以扩大空港设施能力为重点，优化航空运输网络为主线，提高国际竞争力为目标，加快区域航空枢纽中心建设，形成大型国际枢纽机场—区域枢纽机场—国内小型枢纽机场合理布局、分工协作的航线网络和机场群。轨道交通与机场的协同发展正是区域内部机场协调联动的纽带的媒介。

5) 吸引区域内铁路沿线客流

以机场为端点建设铁路线是对周边中小型城市的资源再整合。铁路在城市间的出行便捷性优于公路且受众范围更大，铁路开通后，原先由于机场可达性低而流失的周边客流会产生有效回流，有利于区域内部部分机场提高设备能力利用率，也为能力几近饱和的机场分散客流，平衡机场间能力利用率的不均问题。同时，本来交通不便的地区由于铁路的建设，加入了区域的交通网络，将会为铁路和机场诱增出一批新的客流需求。

6) 解决两场间的转场客流运输

对于两场自身而言，萧山机场与浦东机场在日常运营中都是对方的重要备降机场之一。当飞机受到天气等各类原因影响需要改降时，则需在备降机场进行降落和下客。但在实际运营过程中发现，飞机降落后乘客没有其他快捷的交通方式能够抵达自己的目的地。这对于改降情况发生后，乘客的出行满意度有很大的影响，也曾经出现过中转旅客由于改降而未能登上下一班飞机的情况。此外，随着机场协同发展的推进，浦东机场以国际航线为重点发展，那么国内的航线航班除了向虹桥机场转移外，萧山机场也是区域内有条件有能力进行国内航线旅客输送的大型机场之一。所以，如何对周边邻近的机场间进行高效的运输衔接、解决转场客流的运输需求，也是开展本次研究的出发点之一。

3.2 可行性

从空铁联运的提出到理论研究已有多年，而在我国实践方面仍处于发展阶段，目前真正实施的较少。探索空铁联运能够带来的便捷和效益需要在实际运营过程中体现，现实案例是最直观的说明者，也是进一步分析空铁联运对整个运输系统所产生利弊的最有利的素材。基于机场协同发展需求的长三角城市群区域轨道交通与机场衔接研究从一个全新的角度，发现了区域整体发展对于空铁联运这一联合运输趋势的需要。

另一方面，长三角区域交通网络的规划以及机场周边轨道交通建设规划，都是上海浦东机场与杭州萧山机场协同发展研究的重要支撑和研究依据。

《长江三角洲地区区域规划》中提出要完善交通通道的建设（图4）。依托沪宁、沪杭铁路和高速公路，优化运输结构，提升运输效率和通过能力，建设铁路、公路、水运相结合的主通道。其中提及沪杭客运专线、沪苏湖铁路、杭州—黄山铁路以及沪杭磁悬浮交通的建设，提升快速客运能力就与本次研究密切相关。



图4 长三角地区交通通道规划图

国家发改委关于《杭州市城市轨道交通第三期建设规划（2017—2022年）》的批复中提到，轨道交通建设项目要与萧山国际机场、杭州站、杭州东站及将于2017年启动建设的杭州西站等主要对外交通枢纽做好规划衔接（图5）。规划中有多条城市轨道交通线路连接萧山机场与杭州市区，并可通过地铁换乘抵达其他枢纽站。基于这些现有的规划情



图5 杭州市城市轨道交通第三期建设规划（2017—2022年）示意图

况，发现机场周边存在可进行衔接优化的空间，本次的研究具有现实意义和实施可行性。

4 浦东、萧山机场铁路连接的初步方案

4.1 上海浦东国际机场

上海浦东国际机场现有连通市区与机场的城市轨道交通2号线和磁悬浮示范线，而关于空铁衔接的规划也已基本完成。浦东新区祝桥镇设站铁路上海东站，北连沪通铁路，南接浦东铁路打通沪乍杭铁路，与浦东机场以机场快轨方式接驳（图6）。未来将解决南通、杭州以及各铁路沿线的城市与浦东



图6 浦东机场周边轨道交通规划示意图

机场之间的运输需求。由于规划设计方案较为成熟且部分已经投入建设，本次研究不再进行详细展开。

4.2 杭州萧山国际机场

浦东机场目前已经与轨道交通相连接，而萧山机场与杭州主城区及上海等周边城市的交通网络运输便利性一直较低。由于配套轨道交通的规划和建设的迟缓使得机场可达性受到了严重的制约。本研究以现有区域交通规划和杭州市轨道交通规划为基础，提出几类方案进行分析和探讨。

1) 调整线

沪乍杭铁路规划东起上海漕泾，沿途经过金山、平湖、海盐、海宁等地，西至杭州，全长 80 km。目前的规划线路走向沪乍杭铁路可与浦东铁路衔接直达上海东站与浦东机场进行接驳，而杭州段的线位铺设尚无明确定论，若条件允许可对规划线位进行调整，应当考虑在沪乍杭铁路接入杭州时，在萧山国际机场或附近设站，如此一来机场的可达性提高，不仅能使杭州市内旅客快速到达机场，还能吸引铁路沿线城市的客流扩大萧山机场的辐射范围。研究认为，若以沪乍杭铁路和浦东铁路作为连通萧



图7 浦东机场与萧山机场铁路衔接示意图

山机场和浦东机场的媒介，协同沿线城市发展，将会为两大机场创造出新的市场和机遇（图7）。

在具体设站问题方面，萧山国际机场周边现有规划铁路车站江东站，支线可经由杭州南站衔接至沪昆线、杭甬客运专线等。若以沪乍杭铁路作为与萧山国际机场衔接的铁路线，若江东站原有规划选址距离萧山机场较近，可考虑向萧山机场附近调整，若原有选址与机场存在一定距离，可考虑在保留江东站的同时，增设萧山国际机场站，以保留原有的江东站周边规划发展并与机场形成物理层面的空铁衔接（图8）。



图8 萧山国际机场周边铁路车站示意图

2) 衔接线

若铁路无法在短期之内与萧山国际机场作直接连接，则可以考虑以衔接线的形式通过轨道交通前往各火车站在进入区域铁路网进行快速中转。《杭

州市城市轨道交通第三期建设规划（2017—2022年）》中提到1号线三期工程建设自下沙江滨至萧山机场站，线路长 11.5 km，设站 4 座，规划建设将于 2022 年完工。而 7 号线工程自吴山广场至江

东二路站，规划建设于2021年完工，线路途经萧山国际机场并将在机场设站。上述两条轨道交通线路投入正式运营后将成为杭州市区与萧山机场间客流运输的主要线路。如图9可见，乘客未来可以乘

坐新线抵达杭州火车站、杭州东站等，再通过城际铁路前往上海。虽然整体而言，不及调整线方案的便捷程度高，但一定程度上，也能够对机场的大客流起到快速疏散的作用。



图9 杭州市机场及铁路枢纽位置示意图

5 结语

随着城市群区域整体化发展的需求，空铁联运不再是解决单个机场客流出行需求的运输组织，而是要从区域整体规划的角度，通过轨道交通的形式，强化机场可达性，对机场之间进行有效的衔接形成区域网络。本文基于城市群区域机场协同发展的理念，针对区域轨道交通与机场的衔接优化展开了研究和探索。

在研究过程中发现，由于周边的配套设施不完整、出行便捷性较低的影响，萧山国际机场的发展受到了很大的制约，研究中提出一些方案，将萧山机场整合进入区域的交通网络中，使其以规划提出

的区域交通枢纽的功能定位为发展目标，增强影响力扩大客流辐射范围，提高设施设备能力利用率，平衡区域内部的交通发展，从而促进长三角区域经济一体化。

参考文献

- 1 薛原，赵娅丽，秦灿灿．希斯罗机场公共交通集疏运网络研究[J]．交通与运输（学术版），2007（02）：96-99．
- 2 张藏心．国内外先进机场全球联运系统建设的经验与借鉴[J]．天津科技，2015（08）：75-77．

作者简介 陈璐，同济大学交通运输工程学院博士研究生，研究方向：交通运输规划与管理。
E-mail: 15821551203@126.com