

空港综合交通枢纽客流需求预测研究 ——以广州白云机场为例

李德芬

【摘要】航空客流预测是航空枢纽设施布局的基础。目前阶段，航空客流预测多以民航部门的机场吞吐量预测为主，主要方法包括多项式曲线、波布加门公式等趋势外推法，国内生产总值回归的计量经济法等。既有方法主要支撑机场内部主要营运参数的测算，对于机场集疏运设施估摸预测考虑不足，另一方面缺乏对机场客流关键影响因素的判断，对于机场集疏运设施的供给策略支撑不够。基于上述考虑，本文提出了面向集疏运设施规模及供给策略的空港综合交通枢纽客流需求预测思路，在判断主要客流构成的基础上，分析影响航空客流增长的主要影响因素，在对空港综合交通枢纽客流总量进行校核的基础上，支撑空港综合交通枢纽对外设施供给策略的提出。以总量校核为基础，通过客流分布、方式分担等常规技术手段，确定各分方式客流需求规模，以为相应设施规模的预测提供依据。

【关键词】空港枢纽；空港客流；客流预测

1. 引言

随着机场客货吞吐量的迅猛发展以及高速铁路、城际轨道等在机场集疏运体系中发挥越来越重要的重要，越来越多的机场开始构建以大型空港为核心的综合交通枢纽。在空港综合交通枢纽建设规划中，如何科学准确的预测机场客流需求的发展趋势，能够为制定未来发展规划提供科学决策依据，是确定合理的交通设施规模的基础，保证机场设施高效率使用的前提，也是提升旅客服务质量的必要条件。

2. 客流构成及需求预测思路

2.1 客流构成分析

大型空港综合交通枢纽组织的核心是进出航站楼的航空客流以及由此引发的迎送客流和机场员工需求，以航空客流总量为基础，可推算迎送客流及机场员工出行需求。从国际上较大规模机场的实际数据来看，平均进出机场的人员中有 49%是乘坐飞机的旅客，25%是迎送旅客人员，18%是机场工作人员，其他人员平均仅占 8%。

表 1 世界主要机场客流构成分析

机场	旅客	迎送人员	工作人员	其他
法兰克福	60%	6%	29%	5%
维也纳	51%	22%	19%	8%
巴黎奥利	62%	7%	23%	8%
阿姆斯特丹	41%	23%	28%	8%
亚特兰大	39%	26%	9%	26%

2.2 需求预测思路

面向集疏运设施规模及供给的空港综合交通枢纽客流需求预测思路总体遵循四阶段预测方法。航空客流总量预测是客流需求预测的重点，采用关键因素分析法，考虑经济发展、

高铁引入等关键因素，对机场总规航空客流总量进行校核分析。

在客流总量预测方面，除考虑航空客流需求外，还应考虑迎送客流需求和机场员工出行需求。由于机场员工通常采用轮换倒班制，通勤出行时段与航空旅客高峰时段不重叠，因此面向集疏运设施规模预测时可不叠加考虑对机场员工出行需求。而以迎送旅客出行需求与航空陆侧客流需求之和为基础，通过客流分布及方式划分即可得到分方式客流需求，从而为各通道、各方式的设施规模预测提供依据。具体预测思路如图 1 所示。

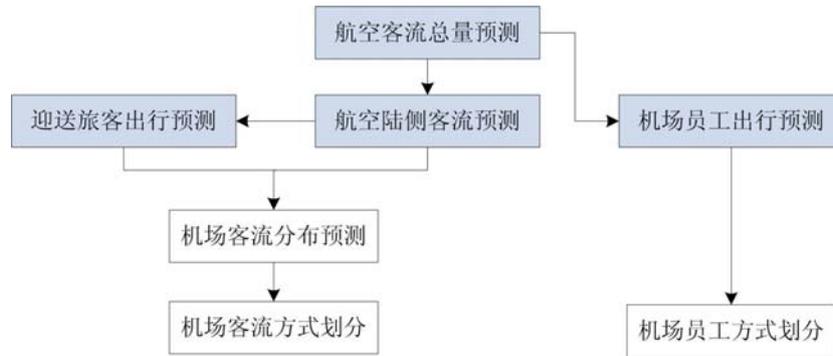


图 1 客运需求预测流程图

3. 航空客流总量及相关客流构成预测

3.1 航空客流总量预测思路

既往航空客流总量预测多以民航部门为主导，主要方法包括多项式曲线、波布加门公式等趋势外推法，国内生产总值回归的计量经济法等。既有预测方法是基于常规发展思路下、面向机场内部设施的预测方法，对于大型空港枢纽存在三方面不足：首先对机场中转枢纽构建带来的中转航空客流估计不足，其次对高铁等交通方式对航空客流产生的影响估计不够，第三难以满足机场集疏运设施的规模预测和供给策略。

因此，本文面向集疏运设施规模及供给策略，打破既有规划方法中对国内、国际客流分别预测的惯例，提出基于陆侧客流与中转客流构成的航空客流总量预测思路，对于陆侧客流和中转客流，分别考虑关键影响因素进行预测，具体流程如图 2 所示。

3.2 陆侧航空客流预测

分析陆侧客流的关键影响因素，主要考虑经济发展和高铁引入两个方面：大型机场陆侧客流总量与地区经济发展水平具有直接关系，而高速铁路的发展对机场发展带来挑战的同时，也将拓展机场服务腹地，给机场带来更多的区域客流。

3.2.1 经济发展带来的直接影响

经济发展是航空客流增加的根本原因和持续动力。受经济增长影响，一方面会诱增航空客流，另一方面随着经济水平的提高，人们长距离出行将追求更快更舒适的出行方式，既有的长途公路及铁路客流也会向航空转移。

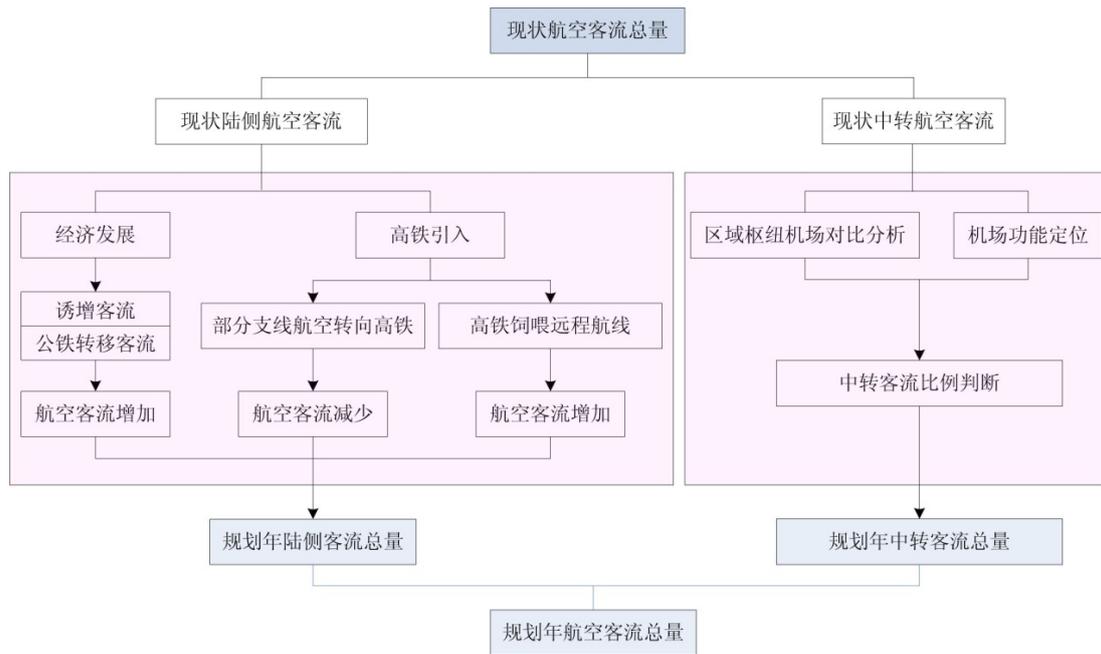


图2 航空客流总量预测思路

对于陆侧客流受经济直接影响产生的增长预期可按常规与 GDP 增长相关的增长率法。机场总体规划预测通常采用此方法，可供借鉴。但由于诸多方面因素的影响，其预测结果往往与发展实际出现偏差，需要进行修正。《广州白云国际机场总体规划》预计广州白云国际机场国内客流的平均增长率 2005-2010 年为 8.9%，2010-2020 年为 6.7%，从而预测 2010 年广州白云机场的国内客流量为 3040 万人，2020 年为 5812 万人。而实际发展状况表明《总规》预测过于保守，低估了航空客流的增长速度：广州白云机场 2009 年航空旅客吞吐量达到 3704 万人次，其中陆侧旅客吞吐量为 3482 人次，国内客流量已经达到 3256 万人，2005-2009 年的平均增长率高达 13.1%。

借鉴国内对繁忙地区大型机场航空运输需求预测往往偏于保守的经验教训，采用专家法对广州白云国际机场的国内客流增长率进行修订，适当提高年均增长率至 7.3%，依此作为陆侧客流受经济影响的年增长率，因此，预计 2020 年陆侧航空客流将达到 7558 万人次。

3.2.2 高铁引入带来的双重影响

高铁网络的建成对航空客流的影响是双方面的：一方面，支线航空受到很大冲击，短程的空空联运将转变为空铁联运。在国内，武广高铁通车后，1000 公里以内的航空客流也有不同程度的分流。但另一方面，高铁在分流航空客流的同时，也会拓展机场的腹地。有调查显示，法兰克福机场原本的辐射范围为 200km（图 3），在这个范围内居住着 3500 万人口，但是在实施空铁联运后，仅有 43%的客流是来源于这

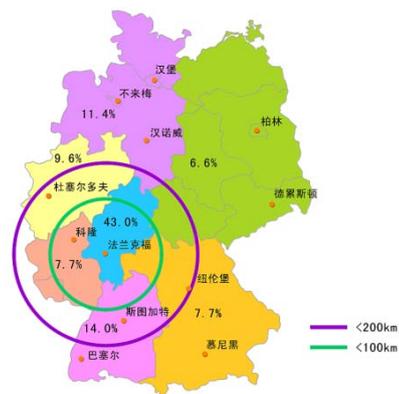


图3 法兰克福机场客流来源分布

一范围的，而 57%的客流来源于这范围之外，空铁联运使得机场的辐射范围得到扩张，从而法兰克福机场在 1998 年高铁开通后的几年间客流量依然实现了大幅增加。因此，从长期来看，高铁对航空客流总量增长的影响又

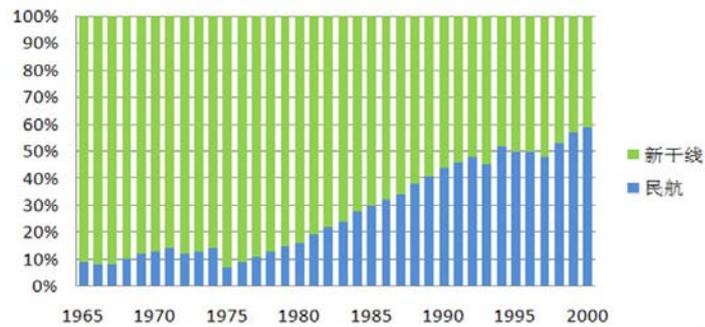


图 4 东京-冈山运输线上民航与新干线市场份额变化趋势

逐渐趋弱（图 4）。因此，对于航空客流的预测应接近、远期分别展开。为重点表述关键因素分析法中对高铁引入的影响分析，本文主要针对广州白云机场近期 2020 年客流展开预测。

（1）高铁对航空客流的分流影响

高铁对民航的影响程度，与高铁里程和旅行时间的关系最为密切。研究表明，500 公里以内，高铁对民航的冲击达到 50%以上，500~800 公里达到 30%~50%，800~1000 公里以内大约 20%~30%，1000~1500 公里大约 10%~20%，而 1500 公里以上没有影响根据对未来各个航段客流的分析，预计 2020 年航空将转移至高铁 800 万人次，约占 11%。

高铁分流航空客流比例

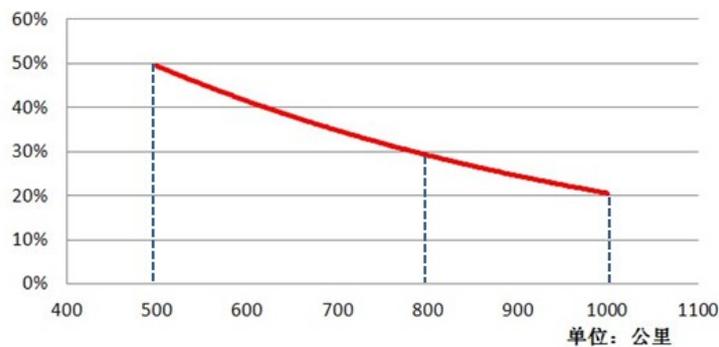


图 5 高铁分流航空客流比例

（2）高铁对航空腹地的拓展影响

广州白云国际机场作为国内三大门户复合型枢纽机场，其辐射范围将拓展至泛珠三角地区。高铁网络的建成以及空铁的便捷衔接服务将有助于机场服务腹地的拓展。根据高铁线路走向和外省大型机场所处位置进行分析，广州白云机场未来将会对邻近的广西、湖南和江西的潜在客源产生较强吸引力。根据高铁覆盖的外省人口、人均航空乘次推算潜在的航空客流总量，再考虑这部分源选择广州白云机场的概率，从而得到高铁可能带来的航空客流量。如表 1 所示，预计 2020 年广州白云机场将通过高铁吸引 245 万的外省客流。

表 2 2020 年广州白云机场吸引的外省客流量

	影响人口 (万人)	人均航空乘次 (次/年)	每年航空人次 (万人)	选择广州机场 概率	至广州机场人次 (万人)
广西	3440	0.1	344	0.25	86
贵州	1200	0.1	120	0.25	30
湖南	3130	0.2	626	0.15	94
江西	1550	0.15	233	0.15	35
合计	9320	—	1323	—	245

3.2.3 陆侧航空客流量预测

综上所述，如果仅考虑经济发展的影响（包括诱增客流和公铁转移客流），2020 年广州白云机场的国内航空客流有可能达到 7558 万，高铁引入后分流 800 万航空客流，但同时会额外带来 245 万的外省客流，因此预计 2020 年广州白云机场陆侧航空客流总量将达到 7003 万人次。

3.3 中转航空客流量预测

3.3.1 中转客流比例的确定

2009 年，广州白云机场的中转客流只占 6%。在中转客流中，国内中转客流约占 60%，国内国际中转客流约占 38%，国际中转受香港机场影响，只占 2%。总体上看，呈现以国内中转为重，国内国际中转为辅的格局。

未来航空旅客中转量的多少取决于航空网络构建、航运市场拓展以及中转旅客服务等多方面因素，同时还与周边枢纽机场服务能力的强弱有关。广州白云机场在国际航运网络中具有良好的区位优势，同时广州白云机场也将致力于打造国际航空枢纽，因此对于中转航空客流的预测不能基于常规增长思路去考虑。本文通过分析机场地位、国内国际趋势以及与亚太地区主要枢纽机场做类比等，判断广州白云机场中转客流发展趋势：预计未来广州白云机场国内国际中转的增长速度最快，国内中转其次，而国际中转的增长速度较慢。从中转客运量来说，广州白云机场未来有望超越仁川机场与成田机场，而略逊于香港机场。参考仁川、成田以及香港机场客流中转比例，确定广州白云机场的客运中转比例为 15%。

表 3 枢纽机场中转客流特征

	香港	首尔仁川 (2011 年)	东京成田 (2011 年)	广州 (2009 年)
现状中转客运量	1500 万	566 万	529 万	235 万
中转客流比例	26%	20%	19%	6%
现状特征	国际中转为重、国内 国际中转为辅	国际中转	国际中转	国内中转为重、国内 国际中转为辅

3.3.2 中转航空客流量预测

陆侧航空客流、中转航空客流以及中转航空比例之间存在着直接的数量关系，基于此列出数量关系方程式如下所示：

$$(L_{陆} + L_{转}) \times \theta = L_{转}$$

$L_{陆}$ ——陆侧航空客流量， $L_{转}$ ——中转航空客流量， θ ——中转比例

在已知陆侧航空客流量、中转客流比例的情况下，可求得中转客流量为 1236 万人次。

3.4 航空客流总量及相关客流构成

3.4.1 航空客流总量预测

综合上述陆侧航空客流量及中转航空客流量预测结果，广州白云机场 2020 年航空客流总量为 8238 万人次。参考现状，对中转比例进行细分，结果如表所示：

表 4 广州白云机场航空客流细分表（万人次/年）

	国内直达	国际直达	国内中转	国内-国际	国际-国内	国际中转	合计
2009 年	3070	400	140	45	45	4	3704
2020 年	5600	1403	512	356	356	11	8238
	陆侧航空客流：7003		中转客流：1236				8238

3.4.2 陆侧客流总量预测

(1) 陆侧迎送客流量预测

依上述结果，广州白云机场 2020 年陆侧航空旅客量为 7003 万人次，折合 19 万人次/日。根据国际经验，世界主要大型机场中，平均每一名机场乘降旅客将有 0.6 人次的迎送人员进出需求。考虑国内迎来送往的风土人情，同时参考首都机场的迎送比例，确定规划年广州白云机场的迎送比例为 0.5。据此，2020 年迎送人员进出需求为 9.5 万人次。

(2) 陆侧客流总量预测

由于航空客流到达的高峰时段与机场员工到达的高峰时段不重叠，因此高峰时段陆侧客陆侧客流总量主要为航空客流及其迎送客流。依前预测结果，二者日均客流之和 2020 年为 28.5 万人次/日。

为保证设施能够满足高峰日客流集散需求，又不致投资浪费，取设计日客流为日均客流的 1.15 倍，高峰小时系数取 0.1，则得到 2020 年设计日陆侧高峰小时客流为 3.3 万人次/h，这是设施规模预测的直接基础。

3.4.3 机场员工客流需求预测

由于机场员工工作时间大致从 6:00 到 24:00，采用轮换倒班制，与一般职业不同，所以机场员工通勤出行时段与航空旅客高峰时段不重叠，对机场员工出行需求预测的重点在于车辆停放设施的安排上。因此，对机场员工的集散需求采用两种方法估算。

第一种方法依据进出场人员的统计结果推算。根据国际经验，机场员工占机场进出旅客总量的 18%，是航空旅客的 37%。2020 年航空旅客数为 19 万人次/日，则进出场员工为 7.1 万人次/日。

第二种方法依据员工数与航空旅客数的比值统计结果推算。依据美国 18 个机场的统计结果，机场员工与年旅客每 1000 人次的比值均值为 0.57，据此，2020 年白云机场的员工数为 4.5 万人。按每名员工每天出行 2 次并取 0.8 的折算系数，则 2020 年员工出行需求为 9

万人次/日。

综上两种方法预测结果，2020 年员工进出需求为 8.1 万人次/日。

4. 客流分布与集疏散方式预测

4.1 总体预测思路

现状调查显示，机场客流中，广佛都市圈客流居于主导，且随着城市交通一体化进程的发展，机场客流集散方式在该范围内也呈现出明显的城市化特征，地铁、机场大巴等交通方式成为主导。从发展趋势来看，随着广东省实施产业及劳动力“双转移”战略的推进与实施，广东省外围区域将呈现快速发展趋势，区域对外联系需求增强，而高铁和城际轨道的发展正迎合了该联系需求，拓展了广州白云机场的区域辐射能力。

因此，陆侧客流分布及集散方式预测分区域和广佛都市区两个圈层展开。

4.2 区域客流总量分析

从世界各国的发展经验来看，航空出行强度与人均 GDP 有较强的关联。如图 6 所示，航空出行强度随着人均 GDP 的增加而提高，在 3000-10000 美元之间时增长最快，并且最终趋于稳定。目前珠三角人均 GDP 在 5 万元以上，航空客流需求很大，而珠三角以外地区的人均 GDP 还不到 2 万元，潜在的航空需求很大。

通过对各区域范围内各城市的 GDP 和人口的估算，大体推算广州白云国际机场区域客流比重，预计 2020 年广州白云机场陆侧区域客流比重将从现状的 20%提高至 40%，设计日高峰小时区域客流量为 1.32 万人次/h。广佛都市区客流比例占 60%，设计日高峰小时广佛都市区客流量为 1.98 万人次/h。

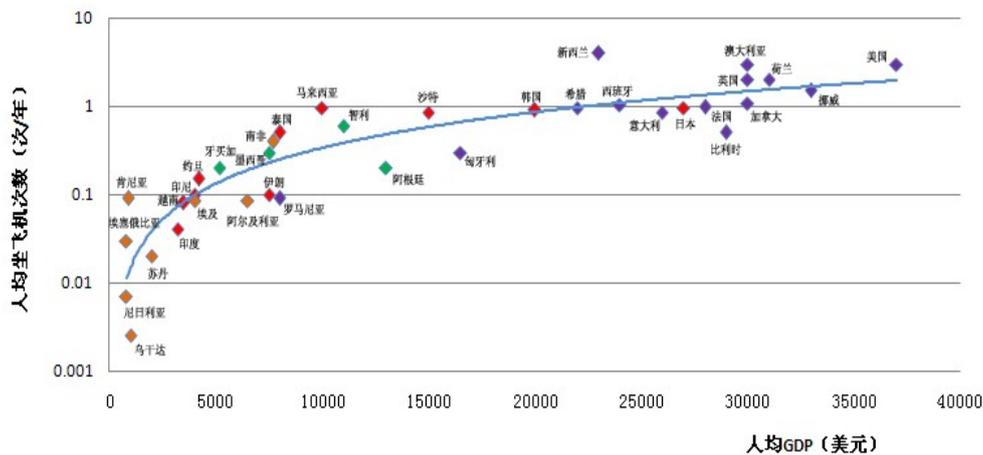


图 6 航空出行强度与人均 GDP 关系

4.3 区域客流分布与方式划分

基于区域范围内各省市航空客流的估算结果，进行通道客流集计，如图所示。随着广东省外围地区客流逐年增加，区域客流通道密度趋于均衡发展。

在集疏运方式中，从机场调查结果看，进出场交通方式结构相差不甚显著，为简化预测

过程，以进出场方式一致为前提进行预测。对于区域客流集散方式的选择，考虑出行链中与机场直接衔接的方式作为预测的结果，对于高铁吸引的区域客流，考虑与高铁站衔接的城际、机场大巴及出租车等换乘方式，结果如表 4 所示。结果表明，机场陆侧客流集散方式将由以机场大巴为主导的单一方式向城际轨道、机场大巴、高铁换乘城际或出租以及小汽车等多种方式转移，且城际轨道在区域客流集散上发挥越来越多的作用。

表 5 区域陆侧客流设计日高峰小时进出方式划分结果

	城际轨道	机场大巴	换乘出租车	小汽车	其他	合计
客流需求 (人次/h)	6730	3565	530	2110	265	13200
方式比例	51%	27%	4%	16%	2%	100%

4.4 广佛都市区客流分布与方式划分

以未来人口和就业的分布确定各片区的客流比重，从而得到规划年广佛都市区客流分布结果。预测结果表明，随着广佛都市区城乡经济一体化进程的推进，外围地区经济实力逐渐增强，航空客流逐年递增，佛山、番禺、南沙、从化、增城等地客流比重增加，如图 9、10 所示。

在广佛都市区客流进出机场的方式上，呈现出租车、小汽车等个体交通方式向公共交通方式转移的趋势。

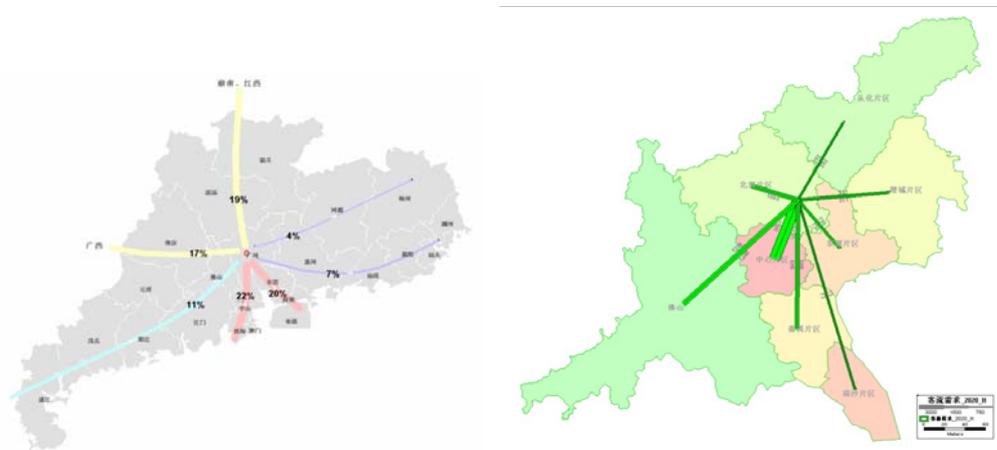


图 6 2020 年区域客流分布图 ##### 图 7 2020 年广佛都市区客流分布图#

表 6 广佛都市区设计日高峰小时客流量交通方式划分表

	城市轨道交通	城际轨道	机场大巴	出租车	小汽车	其他	合计
客流需求 (人次/h)	2575	2970	3960	5150	4750	395	19800
方式比例	13%	15%	20%	26%	24%	2%	100%

4.5 陆侧航空客流预测小结

将区域客流及广佛都市区客流预测结果相加汇总，得到广州白云机场陆侧客流集疏运方式表。

表 7 广州白云机场陆侧客流设计日高峰小时进出方式一览表

	城市轨道	城际轨道	机场大巴	出租车	小汽车	其他	合计
客流需求 (人次/h)	2575	9700	7525	5680	6860	660	33000
方式比例	8%	29%	23%	17%	21%	2%	100%

随着区域客流的增加以及珠三角城际网络的覆盖,城际轨道在广州白云机场陆侧客流集散中将发挥越来越重要的作用。至 2020 年,城际轨道交通比重将达 29%,公共交通比重合计达到 60%,与世界主要机场公共交通集散比重相当。从世界机场的经验看,公共交通比例随着机场至市区距离的增加而提高。一般情况下,50 公里以上时公共交通比例能达到 60%,30-50 公里时公共交通比例为 40%-50%。

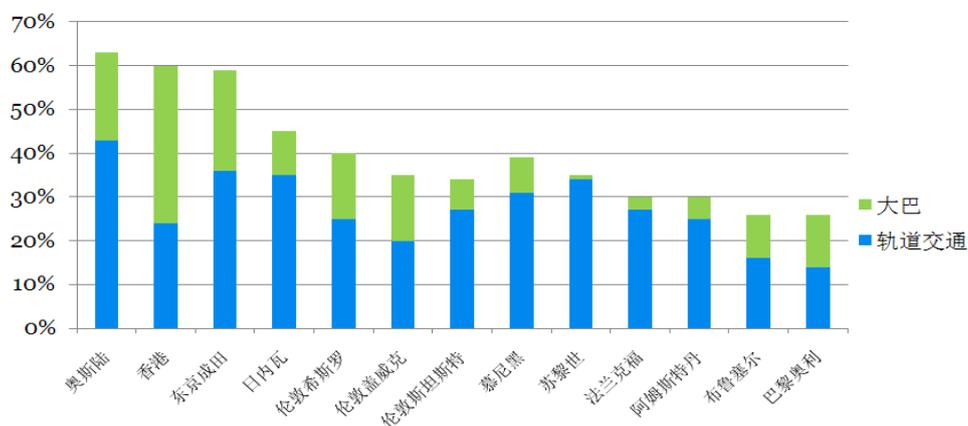


图 8 世界机场公共交通分担率

4.6 机场员工集疏散方式划分

现状白云机场员工出行主要依靠班车出行。随着地铁和城际轨道的开通,会有部分员工改乘地铁或城际轨道通勤出行。按换班制工作安排推算,高峰小时取全日出行总量的系数为 0.15,具体预测结果如表 8 所示。

表 8 机场员工设计日高峰小时进出方式一览表

	轨道	班车	小汽车	出租车	合计
方式划分	35%	56%	7%	2%	100%
客流需求(人次/h)	4253	6804	851	243	12150

5. 结语

空港综合交通枢纽客流需求预测是空港综合交通枢纽设施布局以及交通组织的基础。本文在分析空港综合交通枢纽客流构成的基础上,提出了面向集疏运设施规模及供给策略的空港综合交通枢纽客流预测总体思路,并对航空客流提出了创新的总量预测思路,即打破既有规划方法中对国内、国际客流分别预测的惯例,提出基于陆侧客流与中转客流构成的航空客流总量预测思路。对于陆侧客流和中转客流,则分别采用关键影响因素分析法和类比法及数学方程式法进行预测,不仅为下阶段陆侧设施规模的预测提供了数据基础,过程数据对于设

施供给策略的提出和制定也具有较强的支撑和验证作用。

【参考文献】

[1] Mariya A. Ishutkina and R. John Hansman, Analysis of Interaction between Air Transportation and Economic Activity[J]

[2]张国华, 李德芬, 王有为.广州白云国际机场综合交通枢纽整体交通规划[R], 中国城市规划设计研究院, 2013

[3]王峰林.我国高速铁路对民航运营的影响分析[D].北京交通大学.2010

[4]张旭,栾维新,蔡权德.高速铁路与航空运输竞争研究[J].大连理工大学学报.2011

[5]彭峥,胡华清.高速铁路对航空运输市场的影响分析[J].综合运输.2009

【作者简介】

李德芬,女,硕士,中国城市规划设计研究院城市交通专业研究院,工程师。电子信箱:
lodefensky@126.com