

机场腹地测算多方法比较

姚海芳, 齐新杰

(河北师范大学 旅游系, 石家庄 050024)

摘要:机场腹地是吸引航空公司的原始资本也是规划航空运输网络的前提,测定机场腹地范围对航空公司、机场管理者、投资者以及政府管理人员都具有重要的意义。在综述测算机场腹地范围的各种方法之后,以京津冀机场群为例,使用同心圆法、等时圈法、Huff模型法、加权V图法等测算了该区域内各机场的腹地范围,并对不同测算方法下的计算结果进行了比较,结果表明:①同心圆法和等时圈法比较简单,能表现出机场腹地的重叠效应,但忽略了机场的综合吸引力,其计算结果与实际不符;②Huff模型由于考虑了机场综合吸引力和交通情况的影响,其计算结果比同心圆法和等时圈法较为客观,但该方法的计算结果会受机场综合吸引力弹性系数和距离衰减系数的影响;③加权V图法综合考虑影响机场综合吸引力的多种指标,且通过主成分分析得出机场权重,进而生成机场腹地范围,与Huff模型相比,该方法不用受相关参数的约束,其计算结果更加可靠。航空旅客手机信令数据为机场腹地测算提供了新的数据来源,未来应该充分利用航空旅客手机信令大数据,动态监测机场旅客腹地范围,并将大数据和小数据有机融合,在揭示现象的同时挖掘现象背后的机理。

关键词:机场腹地;测算方法;京津冀机场群

中图分类号:K909 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)09-0104-09

机场腹地是吸引航空公司的原始资本,是规划航空运输网络的基础,也是研究航空旅客流失的一个前提^[1]。但是在机场群的建设、高铁的发展、航空旅客出行行为变化、航空公司竞争等多种因素影响下,机场腹地不再是一个静态的区域,而是成为一个不断变化的复杂的系统。如何更精准的划定机场腹地范围,明确机场腹地大小,理清各种因素对机场腹地变化的贡献率,进而深入研究机场腹地内经济发展水平、人口属性、旅客出行需求等,不仅可以让机场管理者和市场决策者更好的评估腹地市场的变化,优化机场空间布局,也可用于政府在基础设施投资决策方面提供支持和帮助^[2-4]。

目前为止,关于机场腹地还没有一个明确的定义,通常把机场腹地认为是机场周边可以吸引航空出行旅客的区域^[5]。然而,准确界定机场腹地的大小却不是一件简单的事情^[6]。以往研究多关注腹地内的航空旅客出行选择,较少关注腹地的具体测算方法。文章在综述了机场腹地范围测算的各种方法之后,以京津冀机场群为例,用同心圆法、等时圈法、Huff模型法以及加权V图法对该区域的机场腹地范围进行了研究,并比较了不同方法下机场腹地的大小和空间

分布特征,最后提出了机场腹地测算方法的研究展望,以期改善机场腹地范围测算精度和效率提供理论支持和帮助。

1 机场腹地测算方法评述

1.1 基于同心圆的机场腹地划定

在机场规划中,一般采用简单的直线距离法来界定机场腹地范围,即采用一定的半径,以机场为中心,画同心圆。如波兰区域机场管理者利用100 km和200 km半径范围内的区域作为机场的腹地范围^[6],这种方式没有考虑机场周边自然环境以及交通网络的影响,比较理想化,且该方法确定的机场腹地范围是一个静态的范围,既不能表现出机场本身综合吸引力的影响,也不能反应机场腹地随时间的动态变化。

1.2 基于可达性的机场腹地划定

另外一种方式是使用旅行时间来界定腹地范围,即以机场为中心,以交通网络为基础,用一定的时间阈值来界定机场腹地范围。该阈值在不同的国家标准不同,阈值不同,机场腹地范围也不尽相同,如美国采用20分钟车程,德国采用了45分钟的车程,中国采用90分钟车程所达距离作为机场腹地范围^[7]。与第一种方法相比,该方法考虑了交通网络分布和质

收稿日期:2018-04-17

基金项目:河北省教育厅项目(BJ2018038);河北省师范大学科技类项目(L2017B23)。

作者简介:姚海芳(1984—),女,河北邯郸人,河北师范大学,博士,研究方向:交通运输地理与区域发展等。

量情况,在地理学上得到广泛的应用。基于该方法的多研究都利用 GIS 网络分析法或成本加权栅格法,分析机场集疏运网络的时间可达性和距离可达性,探讨机场可达性的空间分布特征,得出机场的服务覆盖范围及可达性优劣布局,进而研究腹地范围内的人口、经济等因素的变化,为机场空间布局优化提供支持和帮助^[8-12]。但旅行时间法也存在一定的弊端,首先,它没有考虑旅客出行偏好的问题;其次,对于腹地范围重叠的问题没有探讨;第三,该方法把所有机场都平等对待,认为每一个机场是影响力是一样的,这显然与实际情况不符。

1.3 加权 V 图法

为考虑机场服务水平、机场集疏运条件、机场吸引力等机场腹地范围的影响,也有学者使用加权 Voronoi 图(简称加权 V 图)的方法来确定机场腹地的范围^[13]。加权 V 图的法是 V 图的扩展,其定义为:设 $P_i (i=1,2,3\cdots,n)$ 为二维欧式空间上的 n 个点, λ_i 是给定的 n 个正实数,则有

$$V_n(P_i, \lambda_i) = \bigcap_{i \neq j} \left\{ P \left| \frac{d(P, P_i)}{\lambda_i} < \frac{d(P, P_j)}{\lambda_j} \right. \right\} \quad (1)$$

将平面分成 n 个部分,由公式 1 确定的对平面的分割称为点上加权的 Voronoi 图(简称加权 V 图),其中 λ_i 为 P_i 的权重。使用该方法划定机场腹地范围,需要通过比较和分析影响机场腹地的各个因子,再利用层次分析法或者主成分分析法来确定区域范围内各机场的权重,最后基于加权 V 图的公式生成各机场的腹地范围。由此可见,确定各机场的权重对划定机场腹地范围具有重要的作用,但选择影响机场权重的因子受人的主观性制约,且该方法没有考虑航空旅客出行行为的影响。

1.4 Huff 模型法

Huff 模型起源于零售商店商圈划定,由于其“简单易懂、使用方便,解决问题的适用性更广”,其应用领域已经从零售业腹地划分,推广到旅游景区、物流园和港口腹地划分等领域^[14]。使用 Huff 模型的难点就是参数的确定。当前,使用 Huff 模型来研究机场腹地划定的成果不多^[17]。Heilman^[15]使用 Huff 模型研究美国爱荷华州 8 个机场的腹地划分,公式如下:

$$P(C_{ij}) = \frac{\frac{S_j^\beta}{t_{ij}^\lambda}}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{S_j^\beta}{t_{ij}^\lambda} \right)} \quad (2)$$

其中 $P(C_{ij})$ 是位于 i 地的消费者去 j 机场的概

率, S_j 为 j 机场的综合吸引力, t_{ij} 为从 i 地到 j 机场的距离, β 为机场综合吸引力的弹性系数, λ 为距离衰减系数。Heilman 将各机场的客运量作为机场的综合吸引力,通过 ArcGIS online 计算出每一个县到各机场的距离,再利用机场实际调查数据来率定 β 和 λ ,最终得到美国爱荷华州 8 个机场的腹地范围,并将各机场腹地的空间特征以地图的形式显示。使用 Huff 模型划定机场腹地范围,在确定机场综合吸引力指标的基础上,最重要的是确定机场综合吸引力的弹性系数和距离衰减系数,而这两个系数的确定是使用 Huff 模型的主要制约。

1.5 基于问卷调查的机场腹地划定

由于机场的航线、航班时刻以及服务质量等因素的影响,航空旅客不一定选择距离较近的机场,而是选择其他的机场,于是出现航空旅客流失现象,即一个机场腹地内的航空旅客流向另一个机场。上述四种方法,同心圆法、等时圈法、加权 V 图法、Huff 模型发都不能表现航空旅客流失现象。问卷调查法通过空间化航空旅客所在小区位置信息,提供旅客机场选择行为的层次性,展示航空旅客流失现象,因此,问卷调查法可以作为一个测定机场腹地范围的合理方法。2007 年,波兰机场调查了来自 476 个小区的 1 599 位航空旅客^[16],发现同一个小区内的航空旅客其机场选择行为也不尽相同,甚至出现同一个小区的旅客会选择两个或两个以上机场出行,为了确定两个或两个以上机场之间的腹地范围边界,首先需要利用空间化的小区数据,生成不规则三角网,然后基于下列公式,得出断裂点,最后,利用断裂点划定两个及两个以上机场腹地的腹地边界。

$$P = \frac{D}{1 + \sqrt{\frac{\text{mass}B}{\text{mass}A}}} \quad (3)$$

式中, P 为断裂点位置, D 为 A 小区和 B 小区之间的距离, $\text{mass}A$ 为 A 小区的航空旅客数量, $\text{mass}B$ 为 B 小区的航空旅客数量。该方法充分考虑了航空旅客出行选择行为的影响,所得结果较为客观可靠,但是数据获取难度大,成本高,尤其是对于大尺度区域来说,数据获取相对困难。

1.6 非集计模型法

由于问卷调查数据较难获取,为弥补以上不足,有学者开始利用机场的航班频率、机票价格、机场陆侧可达性以及空侧可达性等可以直接获取或计算得出的数据结合非集计模型来确定机场的腹地范围,预测机场腹地潜在的市场。如 Lieshout^[5]使用非集计

模型测算了阿姆斯特丹机场 2005 和 2011 年的腹地范围,分析了从 2005 至 2011 年阿姆斯特丹机场腹地变化的原因。其认为影响航空旅客机场选择的主要因素有:时间可达性、航班频率以及机票价格,利用这三个主要因素构建非集计模型,公式如下:

$$P_{r,x,y} = \frac{\sum_a e^{U_{r,x,y,a}}}{\sum_{x,a} e^{U_{r,x,y,a}}} \quad (4)$$

$$U_{r,x,y,a} = \ln(\text{freq}_{r,x,y,a}) + a(\text{access cost}_{r,x} + \text{fares}_{x,y,a} + \text{accesstime cost}_{r,x} + \text{airsidetime cost}_{x,y,a}) \quad (5)$$

其中 $P_{r,x,y}$ 是 r 区域从 x 机场到 y 目的地的概率,如果概率大于 1%,即认 r 区域为 x 机场的腹地范围, $U_{r,x,y,a}$ 是 r 区域从 x 机场选择 a 航空公司到 y 目的地的效用函数。使用该方法最重要的就是确定效应函数(公式 5)。公式 5 中, $\text{Freq}_{r,x,y,a}$ 是 r 区域从 x 机场选择 a 航空公司到 y 目的地的航班频率, $\text{access cost}_{r,x}$ 是 r 区域到 x 机场的花费, $\text{access time cost}_{r,x}$ 是 r 区域到 x 机场的时间花费, $\text{airside time cost}_{x,y,a}$ 是 x 机场到 y 目的地选择 a 航空公司的空中时间花费。

也有学者利用 MNL 模型与问卷调查相互结合,划定区域多机场系统的机场腹地范围^[17-18]。如 Paliska 等^[18]利用区域三个机场的旅客问卷调查数据结合 MNL 模型来测算机场腹地范围。其首先基于航空旅客所属区域的行政编码对其进行空间化,再使用 ArcGIS 软件和道路网络计算航空旅客驾驶车辆到达机场的时间,即计算航空旅客从出发地到目的地机场的时间,进而按照公式 6 计算机场的腹地范围。式中 $P(Y)$ 是选择机场 Y 的概率, b_0 是常数, b_1 为相关系数, x_1 是距离,如果 $P(Y)$ 大于 1%,就认为行政区域 i 为 Y 机场的腹地范围。

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x_1)}} \quad (6)$$

该方法本质也是概率推算法,与 Huff 模型有相似之处。不同之处在于,如果不用问卷调查数据,该模型考虑的因素较多,数据量大,计算较为繁琐,如果进行实际问卷调查,所需成本高,且针对大尺度区域进行实施难度较大。

1.7 不同方法的比较

比较各种机场腹地范围测算方法的优缺点,发现:Huff 模型、非集计模型皆属于概率模型,都要通过计算行政单元内旅客机场选择的概率,划定机场的腹地范围。问卷调查法(不规则三角网)和非集计模型(问卷调查)都是基于问卷调查数据的机场腹地测

算方法,不同之处在于,一种是利用不规则三角网划定机场腹地范围的边界,一种是基于航空旅客机场选择概率将其所归属的行政单元划分给相应的机场。相对而言,基于问卷调查数据的机场腹地划分,计算结果精度较高,也充分考虑了机场的吸引力以及航空旅客出行行为,但是问卷调查法数据获取难度大、成本高,适用范围有限,不适合较大尺度的范围。同心圆法、等时圈法、加权 V 图法无须问卷调查数据,计算简单、方便、成本低、适用广泛。Huff 模型法和非集计模型(无问卷)这两种方法即便对问卷调查数据依赖性不强,但是如果要提高计算结果精度,也需要结合问卷调查数据,如 Huff 模型需要通过问卷调查确定机场综合吸引力弹性系数和机场距离衰减系数;非集计模型(无问卷)也需要通过问卷调查,或者以往问卷调查经验数据确定效用函数中的相关系数等。

2 实例研究

2.1 研究区概况

京津冀围拥首都北京,是中国公路交通、铁路交通网络最为密集、最为繁忙的地区之一,该区航空运输长期得不到均衡发展,机场群内部长期存在“北京吃不了、天津吃不饱、河北吃不着”的问题。国家“十三五”规划、“京津冀协同发展规划纲要”为京津冀机场群的协调可持续发展带来了新契机。规划指出,推动京津冀协同发展,要构建京津冀一体化现代交通网络,打造国际一流的航空枢纽,形成协调发展的世界级都市圈机场群。截止到 2016 年底,京津冀机场群包括:北京首都国际机场、北京南苑机场、天津滨海国际机场、石家庄正定国际机场、张家口机场、唐山机场、邯郸机场、秦皇岛机场(图 1)。“十三五”期间,还将建成承德机场(已通航)、北京新机场等,环北京市圈的机场群格局已具雏形。

表 1 列出了京津冀区域各机场的基本情况,从表可以看出,在京津冀区域,无论是客运、货运、航空公司个数以及通航机场数目,北京首都机场有着绝对优势,其次为天津滨海国际机场、石家庄正定国际机场以及北京南苑机场,但是这三个机场的客运量之和不及北京首都机场的 21%,货运量之和不及北京首都机场的 15%。机场腹地是吸引航空公司的原始资本,也是配置航空运输网络的基础,在区域多机场系统中,划定机场腹地范围,明确机场腹地大小,深入研究机场腹地内经济发展水平、人口属性、旅客出行需求等,可以帮助航空公司、机场管理者更好的进行航空运力分配,也可以为市场投资者优化投资决策提供决策支持和帮助。

表 1 京津冀区域各机场基本情况

机场	2006—2016 年均 客运量(万人)	2006—2016 年均 货运量(万吨)	机场等级	航空公司个数		通航机场个数	
				国内	国际	国内	国际
北京首都国际机场	7 385.44	163.434	4F	24	69	160	149
天津滨海国际机场	848.28	18.529	4F	37	19	135	52
石家庄正定国际机场	357.32	3.033	4E	27	6	80	12
北京南苑机场	295.46	2.225	4C	2	0	78	0
邯郸机场	18.32	0.014	4D	8	0	16	0
秦皇岛北戴河机场	14.12	0.037	4D	10	2	18	4
唐山三女河机场	17.38	0.081	4C	13	0	22	0
张家口宁远机场	18.20	0.005	4C	11	0	17	0

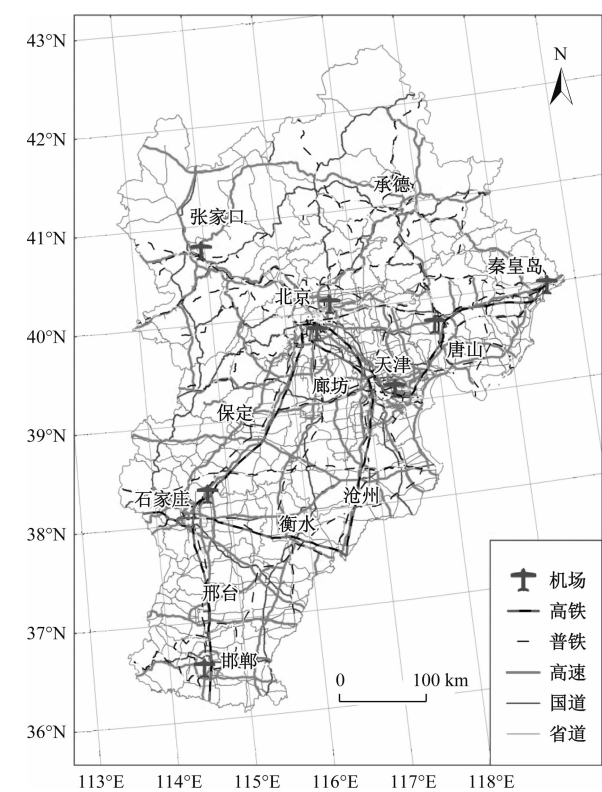


图 1 京津冀机场分布图

2.2 数据来源

实例以京津冀为研究区域,计算京津冀机场群中各机场的腹地范围。使用的数据包括:①省、市、县等基础地理数据;②京津冀区域的 7 个机场(分别为北京首都机场、天津滨海国际机场、石家庄正定国际机场、秦皇岛机场、唐山机场、邯郸机场、张家口机场,不考虑北京南苑机场)及相关信息,如机场的客货吞吐量、机场等级、航站楼面积、境内航司数量、境外航司数量、境内通航城市数量、境外停航城市数量、所在城市的人口数量、所在城市的 GDP、所在城市的第三产业产值等,其中机场相关信息来自各机场官方网站、中国民航局网站(<http://www.caac.gov.cn>)、飞常

准网站(<https://data.variflight.com/>)等,机场所在城市的人口、经济数据来自 2017 年北京统计年鉴、天津统计年鉴以及河北经济年鉴;③京津冀区域的高速、国道、省道、县道、乡道以及高铁、普铁等交通数据,数据来自全国地理信息资源目录服务系统(<http://www.webmap.cn>)。由于数据可获得性的限制,本文仅采用同心圆法、等时圈法、加权 V 图法以及 Huff 模型法划定机场腹地范围,并比较不同方法下京津冀机场群各机场腹地范围的大小及空间分布特征。

2.3 结果与分析

2.3.1 客货吞吐量变化

近十年来,京津冀区域各机场年客运、货运量呈现增长趋势(图 2)。由图可知,从 2009 年起,京津冀个机场客运增长趋势表现明显。2006—2016 年,北京首都机场的客运量增长了 1.94 倍,天津滨海、石家庄正定以及北京南苑机场的客运量分别增长了 6.1、11.45 倍和 18.57 倍。与此同时,2016 年四个机场货运量比 2006 年分别增长了 1.62 倍、2.45 倍、3.61 倍和 12.43 倍。从图 2 可以看出,从 2009 年开始,邯郸、唐山、秦皇岛、张家口四个机场的客运、货运都增长迅速,尤其是张家口机场,自 2013 年以来,其年客运量几乎呈现直线增长,但是其货运量还远远不及邯郸、唐山和秦皇岛机场。从各机场年均客运、货运占京津冀机场群总客运、货运的比例来看(表 2),北京首都机场的客运、货运量在京津冀区域占绝对优势,客运为 82.48%,货运高达 87.23%。其次为天津滨海国际机场,其客运、货运均占 10%左右。石家庄正定国际机场和北京南苑机场客运量占京津冀区域总量的比重分别为 3.99%和 3.3%,货运量所占比例分别为 1.62%和 1.29%。剩余邯郸机场、唐山机场、秦皇岛机场以及张家口机场的客运量、货运量之和所占比例都不及 1%。

以上分析表明,京津冀区域客运、货运需求旺盛,表现出较强的增长趋势,然而京津冀机场群的发展极不协调,如北京首都机场承担了该区域 80% 以上的客、货运输,而其他机场并未得到充分利用。机场腹地作为机场市场潜力预测和航空运力配置的基

础,明确腹地范围及空间分布,可以帮助航空公司、机场管理者在识别自身机场腹地的基础上,充分开发、利用本机场腹地,同时做好与相邻机场的沟通协调工作,进而促进机场群协调发展。

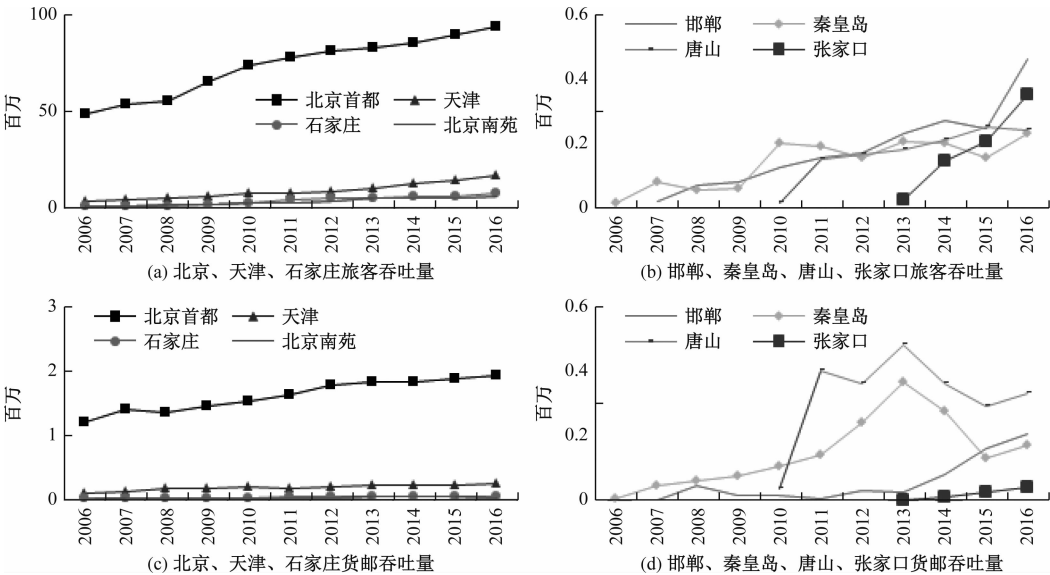


图 2 2006—2016 年京津冀区域各机场年客运、货运吞吐量

表 2 2006—2016 年京津冀区域各机场年均客运量、货运量所占比例

	北京首都	天津滨海	石家庄正定	北京南苑	邯郸	秦皇岛	唐山	张家口
客运量	82.48%	9.47%	3.99%	3.30%	0.20%	0.16%	0.19%	0.20%
货运量	87.23%	9.89%	1.62%	1.19%	0.01%	0.02%	0.04%	0.00%

2.3.2 不同方法下机场腹地范围比较

1)同心圆法。使用 ArcGIS 软件,以京津冀区域各机场为中心,以 100 km 为半径画同心圆,并将结果与京津冀的县域进行叠置分析,得到基于同心圆法的各机场在京津冀区域的腹地范围(图 3a 和表 3),由图和表可知,同心圆法理论上所划定的各机场腹地范围相等,由于各机场在京津冀区域所处的位置不同,导致各机场腹地范围有差异。其中腹地范围最大的为北京首都机场 $3.14 \times 10^4 \text{ km}^2$,腹地范围主要涉及北京、张家口、承德、天津、唐山、廊坊、保定等 7 个市,几乎涵盖了北京市全部区域,天津和廊坊的近乎一半区域,其他市域涵盖面积较小。机场腹地范围最小的是秦皇岛机场,面积为 $1.25 \times 10^4 \text{ km}^2$ 面积,涉及秦皇岛、唐山、承德 3 个市,主要覆盖范围为秦皇岛和唐山,承德面积涉及极少。天津滨海国际机场、石家庄机场、唐山机场、张家口机场等腹地范围差别不大,都在 $2.8 \times 10^4 \text{ km}^2$ 左右,这显然与实际情况不符,由上述得知,天津滨海国际机场、石家庄机场客运

吞吐量远远大于唐山和张家口,因此该方法计算所得机场腹地实用性较差。但基于同心圆法划定的机场腹地范围可以明显的看出机场腹地的重叠情况。如,北京首都机场、天津滨海国际机场与唐山机场重叠严重,而唐山与秦皇岛机场之间也存在腹地重叠的现象。一般而言,腹地重叠区域往往是机场和航空公司竞争激烈的地方,识别竞争区,有助于机场和航空公司开展不同的营销策略。

2)等时圈法。基于京津冀区域的高铁、普铁、高速、国道、省道、县道构建成道路网络系统,使用等时圈法划定京津冀区域各机场的腹地范围。考虑到不同道路的实际运行速度对可达性的影响,本文在借鉴前人研究成果的基础上,按照高铁 250 km/h、普铁 90 km/h、高速 120 km/h、国道 70 km/h、省道 60 km/h、县道 40 km/h、乡道 30 km/h 的标准,对道路交通网络进行空间距离到时间成本的转化。以 1.5 h,即 90 分钟作为阈值,用等时圈法生成各机场 90 分钟腹地范围(图 3b 和表 3)。由图 3b 和表 3 可以得

出,等时圈法划定的各机场腹地范围中,面积最大的为天津滨海国际机场,面积为 $6.64 \times 10^4 \text{ km}^2$,其次为北京首都机场,面积为 $6.18 \times 10^4 \text{ km}^2$,石家庄机场排在第三位,面积为 $5.95 \times 10^4 \text{ km}^2$,面积最小的仍然是秦皇岛机场。等时圈法充分考虑了交通网络对机场腹地的影响,因此只要机场所处位置交通网络通达,其腹地范围就会比较大,如北京首都机场、天津滨海国际机场、石家庄机场等所处城市交通网络发达,其机场腹地范围也较大。且由图 3b 可以看出,等时圈法可以明显的看出机场腹地重叠现象,像北京首都机场、天津滨海国际机场、唐山机场、秦皇岛机场腹地重叠交叉严重,北京首都机场、天津滨海国际机场、石家庄正定国际机场也有大范围重叠,除此以外,石家庄正定国际机场与邯郸机场也存在大量交叉。

3) Huff 模型法。以京津冀区域各机场 2016 年客运量作为机场综合吸引力指标,基于京津冀各级公路和铁路数据,计算京津冀区域各县城中心到机场的 OD 距离,使用 Huff 模型计算各机场的腹地范围,参照前人研究结果^[15],设定机场综合吸引力参数为 0.6,距离衰减系数为 2,得出基于 Huff 模型的京津冀区域各机场腹地范围(图 3c 和表 3)。由图 3c 和表 3 可以看出,基于 Huff 模型计算的机场腹地范围面积,最大的为北京首都机场,为 $11.92 \times 10^4 \text{ km}^2$,天津滨海国际机场和石家庄正定国际机场腹地面积较为接近,从形状上来看,石家庄正定国际机场的腹地范围主要涉及石家庄市以及周边的邢台、衡水、保定等地,天津滨海国际机场的腹地范围主要涉及天津、唐山、秦皇岛和沧州,秦皇岛机场的腹地范围最小,仅为 $0.34 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。唐山机场,由于受到北京首都机场和天津滨海国际机场的强烈竞争,使用 Huff 模型并未计算出相应的腹地范围。通过比较得知,北京首都机场的腹地范围远远高于京津冀区域其他机场的腹地范围,这主要是由于北京首都机场的客运量较大引起的,由前述可知,北京首都机场的客运量在整个京津冀区域占绝对优势(高达 82.48%),这说明在京津冀区域,北京的虹吸效应非常明显,尽管将机场综合吸引力的系数设为 0.6,就客运量而言,其他机场与北京首都机场还是有很大差距。

4) 加权 V 图法。以机场 2016 年的客运吞吐量、货运吞吐量、机场等级、航站楼面积、境内航司数量、境外航司数量、境内通航城市数量、境外停航城市数量,机场所在城市的人口数量、GDP、第三产业产值为指标,基于 SPSS 软件和主成分分析法得出京津冀区域 7 个机场各自的权重,进而使用加权 V 图法生

成京津冀区域各机场的腹地范围(见图 3d 和表 3),由图 3d 和表 3 可以看出,基于加权 V 图的机场腹地范围与 Huff 模型生成的各机场腹地范围,无论从面积大小以及空间分布上都较为相似,基于加权 V 图法测算的各机场的腹地范围中,面积最大的为北京首都机场,为 $11.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,其次为石家庄正定国际机场和天津滨海国际机场,秦皇岛机场的腹地范围最小,为 $0.15 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。加权 V 图考虑了多种影响机场综合吸引力的指标,且利用主成分分析法得出各机场权重,进而生成机场腹地范围,与 Huff 模型相比,其计算结果更为客观。

表 3 不同方法下机场腹地范围(10^4 km^2)

机场名称	同心圆法	等时圈法	Huff 模型	加权 V 图法
北京首都机场	3.14	6.18	11.92	11.20
天津滨海国际机场	2.69	6.64	3.39	3.83
石家庄正定国际机场	2.96	5.95	3.21	4.20
邯郸机场	1.90	3.66	1.55	1.26
秦皇岛机场	1.25	3.17	0.34	0.15
唐山机场	2.96	4.01	—	0.27
张家口机场	2.80	3.42	1.20	0.74

总之,同心圆法和等时圈法使用条件较为宽松,约束条件较少,其计算结果是机场腹地的绝对范围,可以用于计算单个机场,也可以用于计算多个机场。与 Huff 模型和加权 V 图相比,二者在机场腹地重叠区域量算方面具有独特的优势。同时,其缺点也显而易见,由于都没有考虑机场本身的吸引能力,机场腹地大小与实际情况往往不相符合,如同心圆法确定的机场腹地范围属于静态范围,等时圈法划定的范围只与交通便捷性相关等。Huff 模型法与加权 V 图法主要针对区域的多个机场,更多是表现出机场之间的竞争效应,其计算结果为相对范围,而且这两种方法没有办法突出机场腹地之间的重叠效应。与前两者相比,后两个模型对数据的要求较高,往往需要多个机场的数据,且是与机场综合吸引力或者竞争力相关的数据。对于加权 V 图而言,选用的机场综合竞争力的指标不同,得出的各机场的权重就会不同,由此计算出来的机场腹地范围自然会随之变动;而对于 Huff 模型,如何确定区域中各个机场的综合吸引力指标,以及如何设定机场综合吸引力弹性系数和距离衰减系数都会影响机场腹地范围的测算结果,通常而言,该模型的两个参数是需要经过实际调查、统计分析、综合率定得出,这往往需要大量的人力、时间成本,尤其是大尺度区域,样本数据获取相对困难。在

本研究中,由于数据可获得性限制,只是参照前人研究结果,直接设定机场综合吸引力弹性系数和距离衰

减系数,尽管计算结果相对合理,但仍然需要进一步完善。

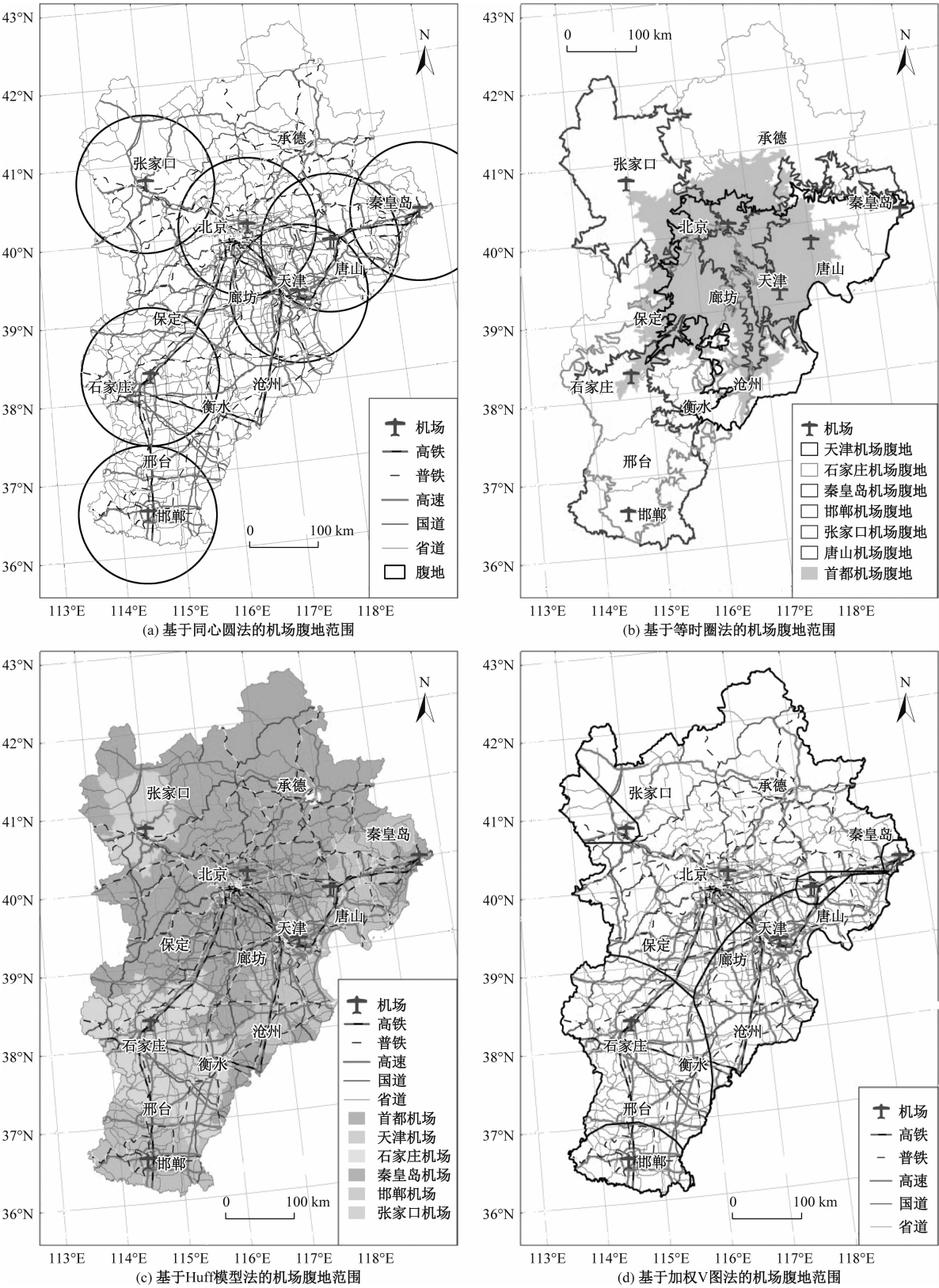


图 3 不同方法下的机场腹地范围

3 结论与展望

文章在评述了机场腹地范围测算的各种方法之后,以京津冀机场群为例,使用同心圆法、等时圈法、Huff 模型法以及加权 V 图法对该区域各机场的腹地范围进行实例研究,并对机场腹地测算方法进行了展望。得出以下结论:①同心圆法和等时圈法比较简单,所需数据量较少,可以表现出机场之间的腹地重叠效应,但二者都没有考虑机场的综合吸引力,将各等级机场同等视之,因此其计算结果与实际情况不太相符。②Huff 模型由于考虑了机场综合吸引力和交通情况的影响,其计算结果比同心圆法和等时圈法较为客观,但该方法的计算结果会受机场综合吸引力弹性系数和距离衰减系数的影响,为使计算结果更加可靠,应该通过实际调查数据来率定这两个参数的值。③加权 V 图法综合考虑影响机场综合吸引力的多种指标,且通过主成分分析得出较为客观的机场权重,进而生成机场腹地范围。与 Huff 模型相比,其计算结果更为客观。

随着机场群的建设、高铁的发展、航空旅客出行行为变化、航空公司竞争等多种因素影响下,机场腹地不再是一个静态的区域,而是成为一个不断变化的复杂的系统。如何实时、精准的划定机场腹地范围,明确机场腹地大小,成为航空公司、机场管理者、政府共同关心的问题。尽管同心圆法、等时圈法、加权 V 图法、Huff 模型法、非集计模型法等,在测算机场腹地方面具有简单、方便的作用,但是这些方法在实时性、动态性以及精准性方面都不能满足要求。随着移动手机的普及,航空旅客手机信令数据为实测机场腹地分布范围提供了可能。未来应该充分利用航空旅客手机信令大数据,动态监测机场旅客腹地范围、旅客出行密度、城乡出行差别等信息,并将大数据(手机信令大数据)和小数据(问卷调查、访谈等)有机融合,在揭示现象的同时也能深刻理解现象背后的机理。

参考文献

- [1] AMY M KIM, MEGAN S RYERSON. A long drive: inter-regional airport passenger "leakage" in the U. S[J]. *Tourism Management*, 2018, 65: 237—244.
- [2] AUGUSTYNIAK W, OLIPRAL. The potential catchment area of Polish regional airports[J]. *Journal of International*

- Studies*, 2014, 7(3): 144—154.
- [3] FU Q, KIM A M. Supply-and-demand models for exploring relationships between smaller airports and neighboring hub airports in the U. S[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2016, 52: 67—79.
- [4] LEUNG A, YEN B T H, GUI L. Why passengers' geo-demographic characteristics matter to airport marketing[J]. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 2017, 34(6): 833—850.
- [5] LIESHOUT R. Measuring the size of an airport's catchment area[J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 25(12): 27—34.
- [6] SUAU-SANCHEZ P, BURGHOUWT G, PALLARES-BARBERA M. An appraisal of the CORINE land cover database in airport catchment area analysis using a GIS approach[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2014, 34(1): 12—16.
- [7] 戴特奇, 张玉韩, 陶卓霖. 不同可达性目标下我国民航机场总规模测算[J]. *综合运输*, 2013(12): 14—18.
- [8] 王姣娥, 金凤君, 孙炜, 等. 中国机场体系的空间格局及其服务水平[J]. *地理学报*, 2006, 61(8): 829—838.
- [9] 徐涛, 王黎明, 张大泉. 中国民用航空机场的可达性研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2008, 24(4): 88—91.
- [10] 姜海宁, 谷人旭, 陆玉麒, 等. 江苏省民用机场可达性及其服务能力评价[J]. *地理科学*, 2010, 16(4): 521—528.
- [11] 潘竞虎, 从忆波. 中国民用机场可达性与服务范围测度[J]. *经济地理*, 2015, 35(2): 46—53.
- [12] 李亚飞, 刘高焕, 黄翀, 等. 京津冀地区民用机场交通可达性空间特征分析[J]. *世界地理研究*, 2016, 25(6): 57—65.
- [13] 冯社苗. 基于加权 Voronoi 图的民航机场空间服务范围研究[J]. *交通运输系统工程与信息*, 2013, 13(5): 140—144.
- [14] 李永浮, 潘浩之, 田莉, 等. 哈夫模型的修正及其在城市商业网点规划中应用——以江苏省常州市为例[J]. *干旱区地理*, 2014, 37(4): 802—811.
- [15] HEILMAN J. Spatial competition in airport markets: an application of the Huff model[D]. Iowa: University of Northern Iowa, 2017.
- [16] TRZEPACZ P. Methods for the delimitation of airport catchment areas[M]. *Polish airports in transition 2004—2013*, 2014.
- [17] LIAN J I, RÖNNEVIK J. Airport competition-regional airports losing ground to main airports[J]. *Journal of Transport Geography*, 2011, 19(1): 85—92.
- [18] PALISKA D, DROBNE S, BORRUSO G, et al. Passengers' airport choice and airports' catchment area analysis in cross-border Upper Adriatic multi-airport region[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2016, 57: 143—154.

The Comparison of Measurement Methods for Airport Catchment Area

YAO Hai-fang, QI Xin-jie

(School of Tourism, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China)

Abstract: Insight into the nature and size of the airport catchment area is important. The size of the originating market is a significant determinant of airport performance, in term of its attractiveness to airlines. And the catchment area analysis also helps airport managers and policy makers in the forecasting of passenger demand. However, calculating the potential size of the catchment area is not as straightforward. This paper reviews and discusses different methods that had been applied to measure the airport catchment area. And then, take the airport group of Beijing-Tianjin-Hebei for example. We calculated the airports catchment areas using different methods (such as concentric circles method, isochrones method, Huff model and Weighted Voronoi Figure method). Finally, we propose the forecast to the future research on the airport catchment area measurement. We found that ① the concentric circles method and isochrones method are both simple. These methods need less data and could present overlapping effects of airport catchment. Unfortunately, these two methods don't consider the comprehensive attraction of the airport, and the results based on these methods are not accord with the reality; ② the catchment area calculated by the Huff model is more reliable than the results of the first two methods, because the Huff model considered the total number of enplanements as the indicator for measuring the attractive. Nevertheless, estimating the parameters for the model is the hardest part of applying the Huff model; ③ The Weighted Vironoi Figure method can take into account many indexes for evaluating the catchment area of the airport, and don't need to set the parameters. Therefore, the result based on this method seems better than that based on the Huff model. Future, we should take the full advantage of the cell phone signaling data for monitoring the airport catchment area dynamically, and in combination with the questionnaire survey to illustrate the mechanism behind the phenomenon.

Key words: airport catchment area; measurement method; airport group in Beijing-Tianjin-Hebei