

文章编号:1671-8879(2011)06-0094-06

拟建支线机场通航可行性论证方法

梁志林,马荣国,周明妮

(长安大学 公路学院,陕西 西安 710064)

摘要:为论证拟建支线机场通航年是否有充足客源,从航空旅客吞吐量的角度提出了一种系统的论证方法。比选已有拟建机场旅客吞吐量预测方法,采用基于快速聚类分析的航空分担率模型进行航空分担率预测;在此基础上,结合综合交通客运量预测出通航年机场旅客吞吐量,对比近年来中国新通航支线机场通航年旅客吞吐量占当年全国航空旅客吞吐量的比重,拟建支线机场所占比重不低于已通航机场所占比重的最低水平即可通航;将该方法应用于石嘴山市拟建支线机场通航年客运分析。应用表明:基于通航年旅客吞吐量预测的方法,可以很好地论证拟建支线机场通航的可行性。

关键词:交通工程;支线机场;旅客吞吐量;航空分担率;聚类分析

中图分类号:U491.111

文献标志码:A

Demonstration method of proposed feeder airport for navigation feasibility

LIANG Zhi-lin, MA Rong-guo, ZHOU Ming-ni

(School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: In order to demonstrate whether there are sufficient passengers in the proposed feeder airport for navigation, a system demonstration method from the perspective of air passenger volume was presented. Comparing the forecasting method of air passenger volume in proposed airport, this paper forecasted the aviation share ratio with aviation share ration model based on rapid cluster analysis, predicted the air passenger volume in navigation year by integrated transport passenger. Contrasting with the proportion of air passenger volume in new feeder airport for navigation and air passenger volume in China, the proportion of proposed feeder airport which is no less than the lowest airport with flights is navigable. This system demonstration method is applied to verify the navigation feasibility of proposed feeder airport in Shizuishan airport. The application shows that the method is good at the demonstration of proposed feeder airport for navigation feasibility. 8 tabs, 2 figs, 10 refs.

Key words: traffic engineering; feeder airport; passenger volume; aviation share ratio; cluster analysis

收稿日期:2010-11-20

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金项目(CHD2011JC030;CHD2009JC092)

作者简介:梁志林(1965-),男,河北张家口人,正高级工程师,工学博士研究生,E-mail:gzggmn@126.com。

0 引 言

以城际高速铁路为主的地面交通的突破,对民航发展格局有所冲击,民航的发展战略必将有所调整。中等城市支线机场将逐步成为新的市场,而中等城市的经济社会水平和居民出行特性也与大城市有所差别,有必要对中等城市拟建支线机场通航年客运需求进行研究。目前,在通航的机场航空旅客吞吐量的预测方面多位专家已做了一些研究,由于缺乏历史航空数据,传统的回归分析法、趋势外推法等预测方法明显不适用于拟建机场航空旅客吞吐量的预测^[1-3];此外,对拟建机场航空旅客吞吐量的预测也有相关研究,但没有系统性地论证通航年拟建机场是否有充足客源^[4-6]。为此,本文在比选多种预

测方法的基础上,提出一套系统的论证拟建支线机场通航年旅客吞吐量能否保证机场通航的方法。

1 拟建支线机场通航可行性研究思路

在分析影响机场旅客吞吐量的因素及预测指标的基础上,比选拟建机场旅客吞吐量预测方法,进而选取基于快速聚类分析的航空分担率模型进行航空分担率预测;在此基础上,结合综合交通客运量预测出通航年机场旅客吞吐量;计算拟建支线机场通航年航空旅客吞吐量占全国航空旅客吞吐量比重,对比近年来中国新通航机场通航年航空旅客吞吐量占当年全国航空旅客吞吐量比重,若不低于中国已通航机场所占比重的最低水平即可通航。具体研究思路如图 1 所示。

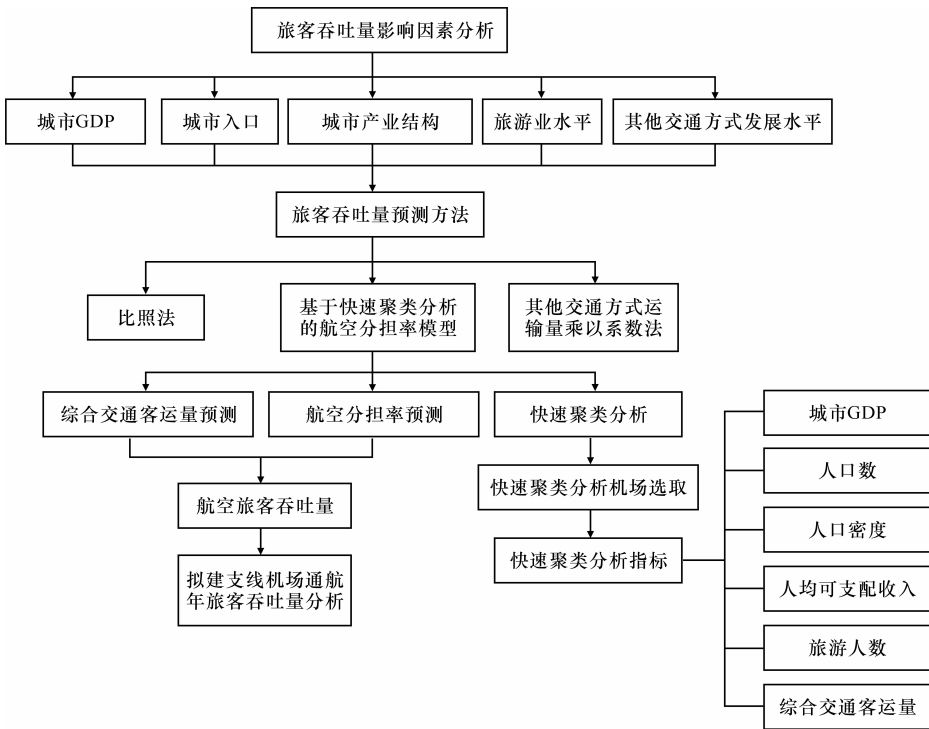


图 1 拟建支线机场通航研究思路

2 航空旅客吞吐量影响因素分析

影响机场旅客吞吐量的因素很多,根据国内外专家学者的研究,地区 GDP、人口、产业结构、旅游人数以及其他交通运输方式的竞争是影响机场旅客吞吐量的重要因素^[7-9]。从以上影响因素中提炼出 4 大类共 6 个指标,作为航空旅客吞吐量预测时考虑的指标,见表 1。

表 1 机场旅客吞吐量影响因素及预测指标

	第一层指标	第二层指标	指标说明
影响 航空 旅客 吞吐 量的 因素	经济总体水平	城市 GDP	影响航空运输需求的总量性指标
		城镇人均可支配收入	本地居民的航空需求
	人口结构	人口总数	本地居民对航空运输的潜在需求
		人口密度	
	旅游业发展水平	旅游人次	外地人对本地区的航空运输需求
	交通出行水平	综合交通客运量	其他方式与航空运输的竞争程度

3 拟建机场航空旅客吞吐量预测方法比选

3.1 比照法

比照法就是通过与其他经济发展类似地区的机场的吞吐量及增长速度相对比(考虑去除一些特殊性因素,如开辟新的航线等),确定预测机场的吞吐量及增长率。该方法适用于缺乏大量的航空历史数据的拟建机场的旅客吞吐量的预测,但只考虑经济因素,忽略了人口、旅游、交通发展水平等因素对机场吞吐量的影响,且在选择其他经济发展类似地区时,只凭主观判断也会影响预测精度。因此该方法不宜应用于预测精度要求高的拟建机场的航空旅客吞吐量预测。

3.2 其他交通方式运输量乘以系数法

采用当地公路或铁路的运输量,乘以一定的系数得到航空旅客需求量,将该数据作为航空旅客吞吐量的预测基础,然后确定航空客运量的增长速度,从而实现拟建机场的航空旅客吞吐量预测。此方法计算较为简单,但主观判断的成分较大,特别是航空客运量的增长速度的确定至关重要,预测可靠程度与预测人员的经验密切相关。

3.3 基于快速聚类分析的航空分担率模型

通过将一批支线机场的样本数据(或变量)按照它们在性质上的亲疏远近,在没有先验知识的情况下自动进行分类,找出同拟建机场在经济社会、人口、旅游产业、交通发展水平相同的、且有航空运输历史的机场,分析该类机场航空分担率和机场通航年数之间的关系,通过回归分析,建立航空分担率预测模型。此方法计算过程较为客观,而且预测出的航空分担率可以体现航空运输和其他交通运输方式之间的竞争关系。

综合以上 3 种预测方法优缺点,本文建议采用基于快速聚类分析的航空分担率模型,预测拟建机场的航空旅客吞吐量。

4 基于快速聚类分析的航空分担率模型

4.1 聚类机场的选取

由于研究对象是拟建支线机场,因此,聚类分析选择的机场样本也应是支线机场,选取时还应考虑区域全面性问题,东北、华北、华东、中南、西南、西北和新疆地区的机场均应列入选取范围。

4.2 聚类分析的指标选取

根据以航空旅客吞吐量影响因素的分析,聚类

分析的指标同表 1。通过快速聚类得到的同一类中的机场所在区域的经济社会、人口、旅游产业、交通发展具有相同的发展特性,则其航空发展应有相同的趋势。各指标数值从经济统计年鉴上可以查出,至少选取一年的数据进行聚类。若有多年的数据,可以分别对每年的数据进行聚类,则多次聚类结果中重复的类成员归为一类作为最终聚类结果。年份越多,则类成员间的相似度越高。

4.3 聚类分析的实现

利用 SPSS 软件进行快速聚类分析,SPSS 软件快速聚类分析计算过程如下所述。

(1)首先需要用户指定聚成多少类(比如 k 类)。

(2)然后,利用 SPSS 软件确定 k 个类的初始类中心。SPSS 会根据样本数据的实际情况,选择 k 个有代表性的样本数据作为初始类中心。

(3)计算所有样本数据点到 k 个类中心的欧氏距离,SPSS 按照距 k 个类中心点聚类最短原则,把所有样本分派到各中心点所在的类中,形成一个新的 k 类,完成一次迭代过程。其中欧氏距离 d (Euclidean Distance)的计算公式为

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

式中: n 为每个样本有 n 个变量; x_i 为第 1 个样本在第 i 个变量上的取值; y_i 为第 2 个样本在第 i 个变量上的取值。

(4)SPSS 重新确定 k 个类的中心点。SPSS 计算每个类中各个变量的变量均值,并以均值点作为新的类中心点。

(5)重复上面的两步计算过程,直到达到指定的迭代次数,或终止迭代的判断要求为止。

判断是否结束迭代过程的标准有 2 个,满足其中之一即可结束快速聚类分析过程。它们是:

(1)迭代次数等于指定的迭代次数。

(2)迭代收敛标准,本次迭代产生的新的类的中心点,距上次迭代后确定的类的凝聚点的最大距离小于 0.02。

4.4 航空分担率预测模型

快速聚类分析后,得到拟建支线机场所在的一类,则该类机场航空分担率有相同的发展趋势。航空分担率模型就是表示机场航空分担率和机场通航年数之间的关系式,拟合航空分担率的具体步骤如下所示。

(1)找出拟建支线机场所在类中所有类成员从通航以来至少 5 年的航空分担率。

(2)在平面直角坐标系内,以机场通航年数为 x 轴,对应机场航空分担率为 y 轴,得到散点图。

(3)利用 EXCEL 拟合散点数据,得到预测模型 $y=f(x)$, $f(x)$ 表达式取决于散点图分布特性。

式中: y 为航空分担率(%); x 为机场通航年数。

5 通航年旅客吞吐量预测

通过对中国已开通的支线机场旅客吞吐量数据分析,开通后各年旅客吞吐量的增长率较快,因此拟建支线机场的通航可行性,重点在于研究通航年机场的旅客吞吐量。所以,首先应确定拟建机场通航年份,同时采用回归分析、趋势外推等多种方法,预测出该年的综合交通客运量,应用式(1)即可以计算出拟建机场通航年的旅客吞吐量。

$$T=Dy$$

(1)

式中: T 为机场旅客吞吐量; D 为综合交通客运量。

6 通航可行性分析

通航年旅客吞吐量能否达到机场通航的条件,有待进一步分析,具体方法是,计算拟建支线机场通航年旅客吞吐量所占全国旅客吞吐量的比重,对比近年来中国新通航支线机场通航年旅客吞吐量占当年全国旅客吞吐量的比重,不低于近年来已通航机场最低水平,即可实现通航。

7 实例验证

宁夏石嘴山市“十二五”规划中,拟在 2015 年实现新建支线机场通航,应用文中理论与方法验证其通航可行性。

7.1 聚类机场的选取

按照机场选取原则,结合数据采集情况,共确定了 26 个支线机场样本进行比较分析,见表 2。

表 2 聚类分析选择的 26 个支线机场样本

地区	数量	支线机场
东北	3	牡丹江、丹东、锦州
华北	4	秦皇岛、赤峰、乌海、运城
华东	5	连云港、舟山、衢州、安庆、威海
中南	7	襄樊、宜昌、张家界、桂林、三亚、洛阳、梅县
西南	2	攀枝花、丽江
西北	3	延安、嘉峪关、敦煌
新疆	2	喀什、和田

7.2 聚类分析指标

按照聚类分析的指标,结合收集的数据资料,给出 26 个支线机场所在城市的相关数据,见表 3^[10]。

表 3 聚类分析选择的 26 个支线机场所在城市的相关数据(2005 年)

城市	城市 GDP/亿元	人口数/万人	人口密度/(人·km ⁻¹)	人均可支配收入/元	旅游人数/万人次	综合交通客运量/万人次
石嘴山	109	77	136	7 917	119	1 376
牡丹江	303	266	1 902	7 334	406	2 065
丹东	32 632	242	161	6 881	773	3 021
锦州	385	308	305	8 862	432	2 635
秦皇岛	497	279	373	9 394	1 320	3 822
赤峰	346	439	49	7 572	340	2 687
乌海	120	46	262	9 000	407	522
运城	471	499	356	7 507	407	4 988
连云港	456	472	634	10 006	706	6 561
舟山	272	97	672	15 524	407	8 716
衢州	326	246	278	13 006	533	5 192
安庆	430	611	399	8 396	966	5 286
威海	1 170	249	458	12 455	407	3 290
襄樊	602	577	292	8 145	407	3 101
宜昌	695	404	950	9 624	407	5 239
张家界	111	160	166	7 667	407	4 144
桂林	537	495	1 180	9 268	1 205	5 588
三亚	74	52	273	8 325	407	1 594
洛阳	1 112	642	422	10 175	2 146	3 870
梅县	72	61	221	9 259	242	720
攀枝花	248	108	145	9 125	421	2 805
丽江	60	114	54	9 290	404	715
延安	371	211	57	7 471	407	1 376
嘉峪关	81	18	63	10 654	40	1 566
敦煌	21	14	4	8 242	100	195
喀什	237	226	17	7 350	461	1 893
和田	49	183	9 657	7 590	33	2 068

7.3 聚类分析结果

应该用 SPSS 软件进行计算,指定 SPSS 聚类成 9 类(1 类,2 类,⋯,9 类),见下页表 4。原类结果见下页表 5。表 4 是快速聚类分析的迭代历史过程,可以看出总共进行了 3 次迭代,表中数据为迭代后形成的类中心点和原类中心点之间的距离。

如果变量对应的相伴概率小于显著性水平 0.01,可以认为该变量在各类之间存在显著差异;如果变量对应的相伴概率小于显著性水平 0.05,可以认为该变量在各类之间存在比较显著差异。在下页表 6 中,相伴概率均小于显著性水平 0.01,认为 6 个变量在各类之间存在显著差异,聚类效果理想。

7.4 航空分担率预测

由下页表 5 可知,石嘴山市与乌海、嘉峪关等机场同属一类,且乌海机场也是近期新建机场,又同属

表 4 聚类分析迭代历史记录

迭代/次	聚类中心内的更改								
	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类	6 类	7 类	8 类	9 类
1	812.232	1 258.659	0.000	0.000	672.112	0.000	1 081.876	759.011	907.309
2	152.580	261.547	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	441.501	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

于西北地区,更加证实了它们之间的相似度。从统计数据看,只有嘉峪关和乌海机场的航空分担率数据充足,因此,本文选用这 2 个机场的航空分担率拟合航空分担率模型,见表 7;拟合结果如图 2 所示。

表 5 与石嘴山同属一类的机场

城市	聚类	距离
石嘴山	1	1 060.967
锦州	1	1 350.065
乌海	1	842.234
三亚	1	707.209
梅县	1	700.317
攀枝花	1	1 477.507
丽江	1	733.383
嘉峪关	1	1 726.928
敦煌	1	1 387.969

表 6 单因素方差分析结果

项目	聚类		误差		F 分 布值	相伴 概率
	平均类间 平方和	自由 度	平均类内 平方和	自由 度		
城市 GDP	1.256×10^8	8	46 346.924	18	2 709.995	0.000
人口数	76 136.201	8	19 190.248	18	3.967	0.007
人口密度	1.055×10^7	8	162 621.588	18	64.874	0.000
人均可支配收入	1.163×10^7	8	374 200.060	18	31.086	0.000
旅游人数	503 428.539	8	60 973.094	18	8.257	0.000
交通总客运量	1.228×10^7	8	665 705.635	18	18.452	0.000

表 7 嘉峪关和乌海机场航空分担率

机场通 航年数/年	1	2	3	4	5	6	7	8
嘉峪关机场航 空分担率/%	0.15	0.35	0.69	0.82	1.19	1.5	1.24	2.2
乌海机场航空 分担率/%	0.17	0.35	0.67	0.89				

由图 2 可知,该类地区的机场通航年数和航空分担率之间的关系符合式(2)。

$$y = 0.163x^{1.1946} \quad R^2 = 0.9744 \quad (2)$$

式中: y 为航空分担率(%); x 为机场通航年数; R^2 为判定系数。

由于数据匮乏,只找出通航机场开通数年的航空分担率。虽然开通后数年呈较快发展趋势,但是

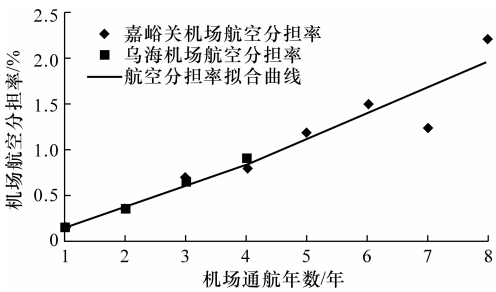


图 2 机场航空分担率拟合结果

考虑到远期,机场航空分担率不可能无限制增长,在多种运输方式的市场竞争下应会达到一稳定状态。因此,由现有数据拟合出的模型仅适用于该类机场通航后约 10 年航空分担率的计算,在长远期不符合航空分担率的发展趋势。

7.5 航空旅客吞吐量预测及可行性分析

石嘴山市规划 2015 年机场通航。2015 年石嘴山市的综合交通客运量为 3 300 万人次,由式(2)得到航空分担率为 0.163,代入式(1),石嘴山市 2015 年机场航空旅客吞吐量为 5.38 万人次。

查阅中国民用航空局统计资料,得到 2007 年、2008 年和 2009 年通航的支线机场旅客吞吐量,计算 3 年来新开通各支线机场通航年航空旅客吞吐量占全国航空旅客吞吐量比重,结果见表 8。

表 8 新通航支线机场旅客吞吐量统计

机场	全国 名次	所属 地区	通航 年份	旅客吞 吐量/人次	占全国 比重/%
腾冲/驼峰	79	西南	2009	257 637	0.050 0
大庆/萨尔图	114	东北	2009	101 553	0.020 0
鸡西/兴凯湖	153	东北	2009	15 641	0.003 2
伊春	158	东北	2009	10 252	0.002 1
玉树/巴塘	160	西北	2009	7 484	0.001 5
佛山/沙堤	163	华南	2009	4 578	0.000 9
中卫/香山	137	西北	2009	41 647	0.008 6
荔波	147	西南	2008	7 886	0.001 9
天水	155	西北	2008	1 126	0.000 3
哈密	154	新疆	2008	1 469	0.000 4
东胜	104	华北	2007	77 488	0.020 0
喀纳斯	140	新疆	2007	12 549	0.003 2
石嘴山		西北	2015	53 800	0.004 3

注:2007 年中国共 148 个机场;2008 年中国共 158 个机场;2009 年

中国共 166 个机场;中卫香山机场为 2008 年 12 月 26 日通航,统计时按 2009 年通航。

由表 8 可知,各支线机场通航年旅客吞吐量排名均靠后,占中国航空旅客吞吐量比重较小。位于华北地区的东胜机场 2007 年通航,通航年旅客吞吐量占全国的 0.02%,在近 3 年通航的机场中处于较高水平;2008 年通航的机场旅客吞吐量普遍偏低,其中,宁夏回族自治区的中卫机场是 2008 年 12 月 26 日通航,旅客吞吐量为 145 人次,2009 年旅客吞吐量为 41 647 人次,占全国总量的 0.008 6%;2009 年通航的机场中腾冲/驼峰机场旅客吞吐量占全国的 0.05%,在近 3 年通航的机场中旅客吞吐量占全国比重最大;石嘴山市在 2015 年机场通航时,预测航空旅客吞吐量为 5.38 万人次,若全国旅客吞吐量按 124 683 万人次计,则石嘴山市通航年机场旅客吞吐量占全国的 0.004 3%,由此说明,石嘴山市通航水平处于中等偏上,可以实现机场通航。

8 结 语

(1)提出了系统论证拟建支线机场通航可行性的思路与方法。

(2)比选拟建机场旅客吞吐量预测方法,建议采用基于快速聚类分析的航空分担率模型进行旅客吞吐量的预测,结果更为客观。

(3)综合交通客运量对预测的结果影响会较大,因此,建议采用多种预测模型,最终确定通航年综合交通客运量。

参考文献:

References:

[1] 张宗清.我国支线航空运输市场需求预测与发展规划研究[D].天津:中国民航大学,2008.

[2] Profillidis V A. Econometric and fuzzy models for the forecast of demand in the airport of Rhodes[J]. Journal of Air Transport Management, 2000, 6 (2): 95-100.

[3] Richard C C, Terry A R, Geoffrey D G, et al. Air

transportation demand forecasts in emerging market economies;a case study of the Kyrgyz Republic in the former Soviet Union[J]. Journal of Air Transport Management,1998,4(1):11-23.

[4] 方儒林.新建支线机场管理问题分析[D].成都:西南财经大学,2003.

[5] 李国彦.民用机场建设项目航空业务量预测关键问题研究[D].南京:南京航空航天大学,2005.

[6] 张 娜,安 然.基于快速聚类分析的航空分担率模型在新建机场客运量预测中的应用[J].交通与计算机,2008,26(4):116-119.

ZHANG Na, AN Ran. Application of aviation share ratio model based on rapid cluster analysis to passenger transport volume forecast at new airport[J]. Computer and Communications,2008,26(4):116-119.

[7] 张子栋,徐建红.机场旅客吞吐量主要影响因素[J].城市交通,2007,5(6):54-57.

ZHANG Zi-dong, XU Jian-hong. An analysis of major factor on airport passenger volumes[J]. Urban Transport of China,2007,5(6):54-57.

[8] 宋 伟,杨 卡.民用航空机场对城市和区域经济发展的影响[J].地理科学,2006,26(6):649-657.

SONG Wei, YANG Ka. The impacts of air transportation and airport on regional economic development [J]. Scientia Geographica Sinica, 2006, 26 (6): 649-657.

[9] 高金华.当代民航机场的管理与建设[J].交通运输工程学报,2002,2(2):106-109.

GAO Jin-hua. Management and construction of present civil airport[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering,2002,2(2):106-109.

[10] 张会云,李 航,彭语冰.内蒙古阿拉善盟民航客运需求分析与预测[J].中国民航大学学报,2009,27(2):44-51.

ZHANG Hui-yun, LI Hang, PENG Yu-bing. Civil aviation passenger transport demand analysis and forecast in Alashan county[J]. Journal of Civil Aviation University of China,2009,27(2):44-51.