

基于博弈组合赋权的智慧机场发展水平云物元评价

文 军, 陈治明, 樊志翔, 孙 一, 马思源

(中国民用航空飞行学院机场学院, 四川 广汉 618307)

摘要: 为统一智慧机场建设标准体系, 评估智慧机场发展水平, 提出基于博弈组合赋权-云物元智慧机场发展水平评价模型, 以避免赋权过程中存在的偏颇性, 同时用以解决评价指标中存在模糊性与随机性的问题。将该模型应用于广东省某机场, 进行智慧机场发展水平评价。结果表明, 该模型得出的该智慧机场发展水平各指标评价结果与实地走访调研结果及实际情况基本一致, 且该评价模型具有实用性和有效性, 可为智慧机场发展水平评价提供新思路。

关键词: 智慧机场; 博弈论; 云物元; 发展水平评价

中图分类号: V351 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)01-0207-06

智慧机场概念起源于“智慧地球”。2011年SITA(国际航空电信协会)首次提出了智慧机场的概念, 国内在2017年正式提出进行智慧机场的建设和发展。国内外对于智慧机场的建设主要集中在对新技术方面的应用^[1]和数字化信息化建设^[2], 缺乏对于智慧机场发展水平的研究, 因此有关智慧机场发展水平的评价指标体系设计并不完善, 且现有的智慧机场评价指标体系参考价值有限。

目前, 对智慧机场发展水平评价的研究较少, 较多的是对智慧空侧、智慧陆侧的研究。张红柳等^[3]全面阐述了智慧飞行区建设的路径选择和实践, 为智慧机场未来发展奠定了基础; 金雷等^[4]针对机场陆侧智慧交通系统感知水平的评价需求, 选择了机场陆侧感知设备、感知数据特性以及信息应用水平这3个指标作为二级评价指标, 且基于模糊层次分析法构建了机场陆侧智慧交通系统感知水平评价模型, 并通过对各指标的敏感性分析来说明该方法的应用过程。顾兆军等^[5]分析和归纳了物联网在智慧机场空侧、航站楼和陆侧的典型应用场景和智慧机场物联网面临的主要安全挑战。张欣^[6]对智慧机场建设存在的挑战, 以及用技术创新推进智慧机场建设的实现路径进行了梳理和探讨。然而对于智慧机场发展水平评价的研究较少, 缺乏对于智慧机场发展水平的评价指

标体系。在对智慧机场发展水平评价时, 对评价指标的赋权过程中容易存在主观影响, 出现主客观赋权过程中的偏颇性问题, 且单一的评价方法也难以对定性指标量化处理。

因此, 在当前研究基础上, 通过对机场实地走访调研以及专家评议, 提出了较为完善和合理的评价指标体系。采取主观赋权法为层次分析法, 客观赋权法为熵权法, 并引入博弈论计算主客观赋权后综合最佳权重, 以降低偏颇性。结合云物元模型, 既能体现评估过程中产生的双重不确定性, 又能在处理问题时兼顾定性分析和定量分析。最后结合实证分析, 证明该评价模型的有效性和可靠性。为智慧机场发展水平评价研究提供一种思路。

1 智慧机场发展水平评价

1.1 智慧机场定义

目前, 智慧机场的定义尚未达成一致。阚劲军和眭永波^[7]认为智慧机场是利用信息和通信技术, 感知、整合和分析机场建设及运行全生命周期的各项关键信息以及对包括建设、服务、运营、安全、保障等各类需求做出智能响应。使机场具有协同运行、人文服务、智能作业、数字建养和安全保障的发展, 该理论符合国内智慧机场发展建设路径, 也是当前国内学者比较认同的智慧机场定义。

收稿日期: 2024-08-05

基金项目: 大学生创新创业训练计划(S202310624185)

作者简介: 文军(1968—), 男, 四川成都人, 博士, 教授, 研究方向为民航运输规划与管理; 通信作者陈治明(1999—), 男, 四川成都人, 硕士研究生, 研究方向为民航运输规划与管理; 樊志翔(1997—), 男, 河南许昌人, 硕士研究生, 研究方向为民航运输规划与管理; 孙一(2001—), 男, 河南汝州人, 硕士研究生, 研究方向为民航运输规划与管理; 马思源(1999—), 女, 新疆巴音郭楞人, 硕士研究生, 研究方向为民航运输规划与管理。

1.2 评价指标体系

在对智慧机场的定义、设定目标、核心发展因素及其内容,以及建设发展方向研究的基础上^[8],通过资料查询和询问行业内专家意见并整合了国内外对智慧机场评估指标的研究,参考《智慧民航建设评价指标体系》,构建了一个符合国内智慧机场发展需求的评价指标体系^[9]。智慧机场发展水平评价指标体系主要有智能保障、协同运行、智慧建造、高效运营和便捷服务 5 个一级指标,每个一级指标又包含多个二级指标,见表 1。

1.3 评价指标度量

为了保证评价体系的可靠性和实用性,共制定了 17 个二级评价指标。以下是部分不好理解的二级评价指标的解释。

S_{11} :反映机场在运行保障资源方面的数字化感知和智能配置能力,同时也显示出机场在保障资源的精确监控、态势感知和资源分配等方面的能力,为正向指标,指标值越高表明机场保障资源分配智能化水平越高。

S_{12} :反映机场对航班地面保障进程通过数字化的监控手段和智能化的管理手段,可以更好地展现机场航班保障中的数据收集、整合和里程碑的可视化等能力,为正向指标,指标值越高表明机场航班保障的数字化水平越高。

S_{13} :反映无人驾驶和智能作业设备的应用情况,提升了机坪运行安全防护技术水平,同时降低了机场设备的能耗,正向指标,指标值越高表明机场飞行区保障的数字化水平越高。

S_{14} :反映依托大数据分析实现旅客便捷安检的程度,以上线“易安检”服务的通道条数表征,为正向指标,指标值越高表明机场安检保障智能化水平越高。

S_{21} :反映机场通过智能系统实施航班机位精准分配,有效缩小航班间隔,提升航班靠桥率,提高航班地面运行效率,为正向指标,指标值越大表明机场航班地面运行效率越高。

S_{22} :反映机场在智慧化建设中通过运用数字化系统或先进技术提升航班放行正常率,从而提升机场协同运行能力,为正向指标,指标值越大表明机场地面航班智慧化管理水平越高。

S_{23} :反映航班在过站期间各单位、各环节互相配合的总效率,为负向指标,指标值越低表明机场航班协同运行效率越高。

S_{24} :反映机场数据资源共享和利用水平,为正向指标,指标值越大表明数据共享程度越高。

表 1 智慧机场发展水平评价指标体系

目标层	准则层	指标层
智慧机场发展水平 S	智能保障 S_1	机场保障资源智能分配水平 S_{11}
		机场航班保障数字化水平 S_{12}
		飞行区保障无人化水平 S_{13}
		安检保障智能化水平 S_{14}
	协同运行 S_2	航班靠桥率 S_{21}
		航班放行正常率 S_{22}
		航班平均过站时间 S_{23}
		数据资源开放共享程度 S_{24}
	智慧建造 S_3	智能建造技术运用水平 S_{31}
		机场建造运维效率 S_{32}
	高效运营 S_4	机场运营管理智慧化水平 S_{41}
		机场运营前沿科技创新能力 S_{42}
		综合交通智慧联运水平 S_{43}
	便捷服务 S_5	行李全流程跟踪服务水平 S_{51}
		无纸化通关水平 S_{52}
		自助值机设备数 S_{53}
		自助托运设备数 S_{54}

S_{31} :反映机场建设项目应用数字建造技术的深度和广度,以机场建设项目数字建造应用评价结果表征,为正向指标,指标值越高表明机场建设项目应用数字建造技术的程度越深、广度越广。

S_{32} :反映机场综合运用地理信息系统 (geographic information system, GIS)、建筑信息模型 (building information modeling, BIM) 和仿真模拟等先进手段,提升机场选址、规划设计、施工建设、运营维护的智能化、绿色化水平,为正向指标,指标值越大,机场一体化数字设计、建造与运维效率越高。

S_{41} :反映机场安全防护、运营管理的智慧化水平,以机场应用运行安全类、运行效率类新技术数量之和与《机场新技术名录指南》中相应类别新技术数量之比表征,为正向指标,指标值越高表明机场运营管理的信息化、智慧化水平越高。

S_{51} :反映机场为旅客提供行李运输跟踪服务水平,为正向指标,指标值越高表明该机场行李全流程追踪服务覆盖水平越高。

S_{52} :反映机场为旅客提供无纸化便捷出行的服务水平,为正向指标,指标值越高表明该机场无纸化出行覆盖程度越高、便捷水平越高。

1.4 评价指标的分级

基于智慧机场发展水平评价特点,结合智慧机场建设和发展领域的学者和专家意见^[10],智慧机场发展被分为了 5 个等级,从高到低依次为 I ~ V 级。这一等级划分是根据评价指标的定量数据和专家打分制的定性评价得出的。其中定量指标使用可以量化的数值,而定性指标则通过专家学者的评分

来确定。每个指标等级都使用了百分制进行划分,见表2。

表2 智慧机场发展水平评价指标等级划分

评价指标	高(I)	较高(II)	一般(III)	较低(IV)	低(V)
智能保障 S_1	(85,100]	(70,85]	(50,70]	(30,50]	[0,30]
协同运行 S_2	(90,100]	(75,90]	(60,75]	(40,60]	[0,40]
智慧建造 S_3	(80,100]	(65,80]	(40,65]	(20,40]	[0,20]
高效运营 S_4	(85,100]	(70,85]	(50,70]	(20,50]	[0,20]
便捷服务 S_5	(85,100]	(70,85]	(55,70]	(30,55]	[0,30]

2 智慧机场发展水平评价模型

2.1 基于博弈论的主客观组合赋权法

当前确定指标权重的方法主要分为主观赋权和客观赋权两种。主观赋权法通常比较简单直观,数据获取相对容易,不需要复杂的数据处理和分析过程,但存在较大的主观性和随意性。客观赋权法完全基于数据本身的属性进行分析和计算,不受主观意见的影响,因此可以提供更客观的权重分配结果,但忽略了评价者的主观意见和经验,可能无法全面考虑到问题的复杂性和特殊性。因此,采用基于博弈论的主客观组合赋权法,综合计算智慧机场发展水平各指标权重。具体来说,层次分析法作为主观赋权方式^[11],熵权法作为客观赋权方式^[12],其计算方法可参考文献^[13]。在确定组合权重过程中,运用合作博弈思想,将主观和客观赋权法算出的权重视为同一联盟下各种不同决策,从而能够达到两种权重互补的效果^[14]。具体方法如下。

(1)假定1为主观权重向量,2为客观权重向量,则权重向量集为 $W = (\omega_1, \omega_2)$,且线性组合系数 $\partial = (\partial_1, \partial_2)$, ω_1 为主观权重向量集, ω_2 为主观权重向量集,任意线性组合公式为

$$W = \partial_1 \omega_1^T + \partial_2 \omega_2^T \quad (1)$$

(2)为了使离差最小化,将 ∂_1 和 ∂_2 进行优化,使权重最优和得到目标函数。

$$\min \|W - \omega_i\|^2, \quad i = 1, 2 \quad (2)$$

(3)对等式进行转化,从而得到优化后的线性方程组。

$$\begin{pmatrix} \omega_1 \omega_1^T & \omega_1 \omega_2^T \\ \omega_2 \omega_1^T & \omega_2 \omega_2^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \partial_1 \\ \partial_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \omega_1 \omega_1^T \\ \omega_2 \omega_2^T \end{pmatrix} \quad (3)$$

(4)经过归一化的处理,能够获得综合权重。

$$W = \partial'_1 \omega_1^T + \partial'_2 \omega_2^T,$$

$$\partial'_1 = \partial_1 / (\partial_1 + \partial_2), \quad \partial'_2 = \partial_2 / (\partial_1 + \partial_2) \quad (4)$$

2.2 云物元模型

云模型是一种数学模型,结合了概率论和模糊

数学理论,用于将定性概念转换为定量特征^[15]。其中,正态云模型是一种应用范围最广、适应能力最出色的形态。它采用3个参数(E_x 、 E_n 、 H_e)来描绘定性概念的数量属性, E_x 为期望, E_n 为熵, H_e 为超熵。

物元结构是将物元作为基础单位所构建的体系,其主要目的是探究客观事物在质的变化和量的变化之间的转换过程^[16]。一般由 $R = (N C V)$ 表示, N 为事物, C 为事物的特征, V 为事物的特征值。其实质是通过计算被测对象的属性数值到目标区间的有效距离来度量二者之间的相近程度,从而可以很好地降低主观因素对评价结果的影响。但如果设定了评分区间的起点和长度,那么得到的隶属度就会变得比较固定,所以并没有将评价过程中的随机性考虑进去。

在进行评估时,云物元模型有效地解决了传统物元结构不能较好地描述定性指标的问题。在研究时采用云模型来表征对象的特征值 V ,描述时能够实现定性定量相结合,且有效弥补物元方法在研究对象模糊性与随机性两个方面的缺陷。因此,云物元模型避免了事物的模糊性和随机性带来的双重不确定性。云物元模型能够用特定的数学公式来描述,即

$$R = \begin{bmatrix} N & C_1 & (E_{x_1} & E_{n_1} & H_{e_1}) \\ & C_2 & (E_{x_2} & E_{n_2} & H_{e_2}) \\ & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ & C_n & (E_{x_n} & E_{n_n} & H_{e_n}) \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中: E_{x_n} 、 E_{n_n} 、 H_{e_n} 分别为期望 E_x 、熵 E_n 、超熵 H_e 在云物元模型中反映事物特征值。用近似法,将评价指标的值转化成云特征值,具体方法如下:

$$E_x = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (6)$$

$$E_n = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - E_x| \quad (7)$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - E_x)^2 \quad (8)$$

$$H_e = \sqrt{|S^2 - E_n^2|} \quad (9)$$

式中: x_i 为某一指标的第 i 个得分或者是统计数值; n 为这个指标值的数目; S^2 为各指标值方差; E_x 、 E_n 、 H_e 均代表了该评价指标的云特征值。将各个评价指标通过评分和转换,可以计算出每个指标的云特征值,再运用“浮动云”算法,对下一层的评价结果向上拟合处理^[17],得到最终评价“结果云”的特征值。

$$E_x = \frac{E_{x_1}\omega_1 + E_{x_2}\omega_2 + \dots + E_{x_n}\omega_n}{\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n} \quad (10)$$

$$E_n = \frac{E_{n_1}\omega_1 + E_{n_2}\omega_2 + \dots + E_{n_n}\omega_n}{\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n} \quad (11)$$

$$H_e = \frac{H_{e_1}\omega_1^2 + H_{e_2}\omega_2^2 + \dots + H_{e_n}\omega_n^2}{\omega_1^2 + \omega_2^2 + \dots + \omega_n^2} \quad (12)$$

式中： ω_i 为某项指标计算后的综合权重。要确定评价等级，需比较评价结果和评价等级的云特征值，其中评价等级即“标准云”的云特征值可以根据式(13)~式(15)进行转换：

$$E_x = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2} \quad (13)$$

$$E_n = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{6} \quad (14)$$

$$H_e = f \quad (15)$$

式中： D_{\max} 为评价等级区间的上限； D_{\min} 为评价等级区间的下限； f 为常数。

3 实例分析

3.1 工程概况

东南某机场位于广东省北部，为 4F 级民用国际机场，可满足年吞吐旅客能力达 6 317.35 万人次、货邮吞吐量 203.11 万 t，于 2004 年正式通航，是中国 3 大航空枢纽之一。2023 年该机场日最高起降架次与日最高旅客吞吐量分别达到 1493 架次、22.44 万人次，均为国内第 1，并成为 2020 年以来国内首个单月超 600 万人次的机场。2023 全年累计接送旅客突破 6 300 万人次，连续 4 年居国内机场

首位。在“智慧机场”的前期探索方面，该机场已经制定了智慧机场发展战略规划。要实现生产要素全面物联以及基础设施建设、机场运行、安全保障和旅客服务等领域的先进技术更新应用。目前，该机场智慧化建设基本完成，最终使该机场实现具有机场协同运行、人文服务、智能作业、数字建养的能力，且智慧机场建设走在前列。因此以该机场为例，对智慧机场发展水平进行计算分析。

3.2 智慧机场发展水平评价

选定该机场为应用案例，收集评价需要的资料，各个定性指标数据由专家评分获得，而通过收集获得的数据可以确定各个定量指标的量值。依据该机场的具体发展状况，智慧机场的发展水平被划分为 5 个不同的级别，分别为 I 级(高)水平、II 级(较高)水平、III 级(一般)水平、IV 级(较低)水平和 V 级(低)水平。

运用基于博弈论的组合赋权方法，计算出各级指标权重，见表 3。通过专家对定性指标进行评分，并结合收集到的定量指标数据，可以采用式(6)~式(9)来对各个二级指标的云特征值进行计算。使用式(10)~式(12)来计算一级指标的云特征值，结果见表 3。最终算出该智慧机场发展水平“结果云”的云特征值为(80.92, 4.11, 0.77)。通过式(13)~式(15)，计算评价等级的云特征值即“标准云”，再将各个一级指标的“结果云”和“标准云”利用 MATLAB 软件绘制成云图，如图 1~图 6 所示。

表 3 指标权重及评价结果的云特征值

一级指标	权重	一级指标评价结果的云特征值	二级指标	权重	二级指标评价结果的云特征值
智能保障 S_1	0.416 5	(80.40, 4.02, 0.66)	机场保障资源智能分配水平 S_{11}	0.381 9	(82.50, 0.84, 0.55)
			机场航班保障数字化水平 S_{12}	0.298 4	(81.50, 1.25, 0.82)
			飞行区保障无人化水平 S_{13}	0.117 1	(76.5, 0.84, 0.55)
			安检保障智能化水平 S_{14}	0.202 6	(77.1, 1.84, 0.71)
协同运行 S_2	0.101 3	(83.92, 6.06, 0.76)	航班靠桥率 S_{21}	0.324 5	(82.92, 2.00, 1.04)
			航班放行正常率 S_{22}	0.172 5	(90.79, 2.49, 0.92)
			航班平均过站时间 S_{23}	0.105 7	(81.00, 4.18, 1.24)
			数据资源开放共享程度 S_{24}	0.397 3	(82.53, 0.81, 0.50)
智慧建造 S_3	0.068 6	(76.95, 2.16, 0.39)	智能建造技术运用水平 S_{31}	0.441 0	(79.00, 1.25, 0.42)
			机场建造运维效率 S_{32}	0.559 0	(75.33, 0.97, 0.37)
高效运营 S_4	0.163 8	(78.79, 4.37, 0.96)	机场运营管理智慧化水平 S_{41}	0.542 2	(77.66, 2.23, 1.16)
			机场运营前沿科技创新能力 S_{42}	0.296 7	(81.36, 0.64, 0.30)
			综合交通智慧联运水平 S_{43}	0.161 2	(77.83, 2.37, 0.99)
便捷服务 S_5	0.249 9	(83.02, 3.82, 1.01)	行李全流程跟踪服务水平 S_{51}	0.411 2	(83.33, 1.53, 0.86)
			无纸化通关水平 S_{52}	0.339 0	(80.13, 1.14, 1.45)
			自助值机设备数 S_{53}	0.157 5	(86.50, 0.84, 0.30)
			自助托运设备数 S_{54}	0.092 4	(86.17, 0.70, 0.10)

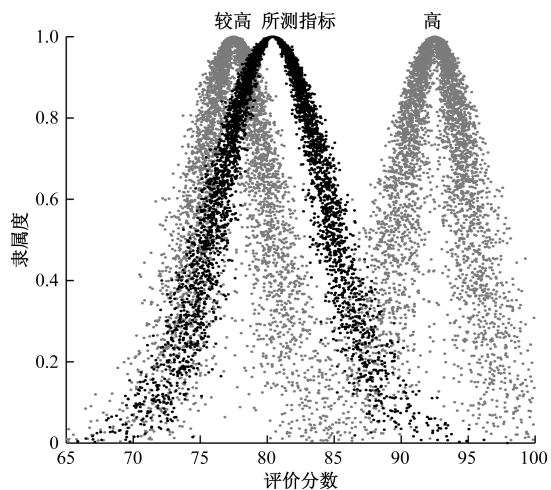


图 1 智能保障 S_1 云模型

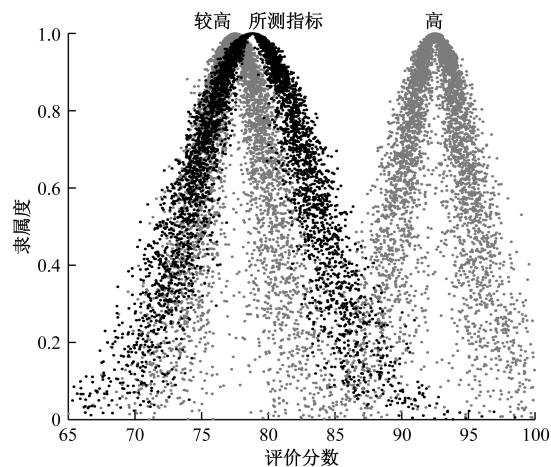


图 4 高效运营 S_4 云模型

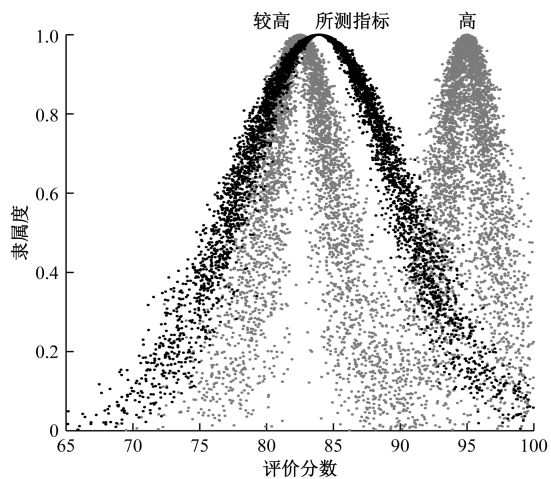


图 2 协同运行 S_2 云模型

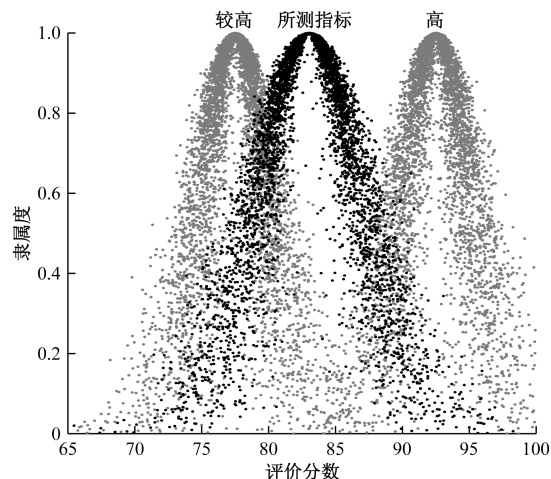


图 5 便捷服务 S_5 云模型

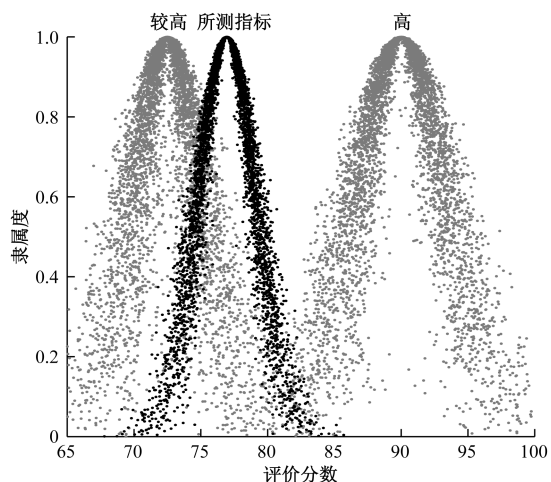


图 3 智慧建造 S_3 云模型

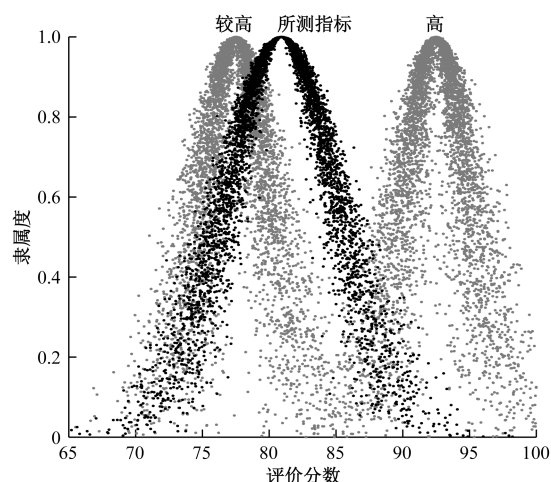


图 6 智慧机场发展水平 S 云模型

从图 1~图 5 可以看出,该智慧机场发展水平一级指标评价结果为 II 级(较高)水平,从图 6 可以看出该智慧机场发展水平为较高水平,与实际情况

符合。便捷服务和协同运行评价结果相较于智能保障、智慧建造、高效运营等水平更高,说明该机场在智慧机场建设中达到了更好的服务人文化和更

高的协同运行能力。智能保障能力虽也处于较高水平,但仍有提升的空间,智慧建造和高效运营水平在今后的智慧建设中是提升的重点方向和内容。

4 结语

通过系统分析,基于当前智慧机场的发展情况,围绕智能保障、协同运行、智慧建造、高效运营和便捷服务 5 个一级指标,构建了一套完整的智慧机场发展水平评价指标体系。

在对智慧机场发展水平评价过程中,引入博弈论思想寻找最佳权重,降低了在指标赋权时的主观影响程度,避免了主客观赋权时存在的权重偏颇性问题。

运用云物元理论对各个指标采用浮动云算法计算云参数值,提高了评价结果准确度。对各一级指标和智慧机场发展水平结果使用云发生器获得云图,使评价结果的展示更加直观。

运用基于博弈组合赋权-云物元模型对一智慧机场进行实例分析,得到该智慧机场发展水平为“较高”水平的结果,与走访调研和实际情况一致。说明该评价模型具有实用性和有效性,可为智慧机场发展水平评价研究提供新的思路。

参考文献

- [1] 钟竞辉,林育钿,李稳强,等. 基于数字孪生的机场人群智慧管控技术[J]. 系统仿真学报, 2024, 36(1): 27-38.
- [2] SU H, PAN W, LIU K. Using digital twins to integrate cyber security with physical security at smart airports[J]. Academic Journal of Engineering and Technology Science, 2022, 5(13): 55-61.
- [3] 张红柳,师展,王鑫玮,等. 智慧机场建设中飞行区数智化应用研究[J]. 物流科技, 2023, 46(21): 57-59.
- [4] 金雷,王银银,傅惠,等. 基于模糊层次分析法的机场陆侧智慧交通系统感知水平评价[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(8): 3365-3372.
- [5] 顾兆军,张一诺,宋跃东,等. 智慧机场物联网应用及网络安全挑战[J]. 指挥信息系统与技术, 2023, 14(5): 14-20.
- [6] 张欣. 技术创新与智慧机场建设探讨[J]. 民航管理, 2022(7): 18-21.
- [7] 阚劲军,眭永波. 典型相关分析在四型机场建设评价中应用[J]. 综合运输, 2020, 42(5): 31-34.
- [8] 张锐,黄卫,郭建华,等. 智慧机场体系框架研究与设计[J]. 中国公路学报, 2024, 37(3): 382-394.
- [9] 张哲,袁建,肖庆华,等. 智慧机场建设路径探讨[J]. 民航管理, 2018(2): 51-54.
- [10] 张锐,黄卫,马涛. 基于相对零主观算法的机场智慧化程度评价[J]. 交通运输工程学报, 2024, 24(2): 232-242.
- [11] 达虎,肖静,张生月,等. 基于层次分析法的重点实验室绩效模糊综合评价[J]. 科技和产业, 2023, 23(5): 7-13.
- [12] 郭超,尤建新,彭博达,等. 基于熵权-层次分析法和优劣解距离法的飞行员胜任力评价[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2023, 51(12): 1983-1990.
- [13] 冯运卿,李雪梅,李学伟. 基于熵权法与灰色关联分析的铁路安全综合评价[J]. 安全与环境学报, 2014, 14(2): 73-79.
- [14] 黄耀惊,许拴梅,姜苗苗,等. 基于博弈论组合赋权的航道水域通航安全评价[J]. 安全与环境学报, 2021, 21(6): 2430-2437.
- [15] 李洁,刘邱琪,张欣宇,等. 基于组合赋权-云模型的高速公路网交通韧性评价[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2023, 50(11): 224-234.
- [16] 王松江,周小洁. 基于物元可拓的自贸区建设风险评价[J]. 科技和产业, 2023, 23(11): 129-136.
- [17] 黄莺,王轲,雷俊. 基于优化赋权-云模型的地铁站消防安全评价[J]. 消防科学与技术, 2020, 39(1): 110-114.

Cloud Object Meta-evaluation of Smart Airport Development Level Based on Game Combination Empowerment

WEN Jun, CHEN Zhiming, FAN Zhixiang, SUN Yi, MA Siyuan

(Airport College, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan 618307, Sichuan, China)

Abstract: In order to unify the standard system of smart airport construction and evaluate the development level of smart airport, the evaluation model of smart airport development level based on game combination empowerment-cloud object element is proposed, which will avoid the bias in the process of empowerment and is used to solve the problem of ambiguity and randomness in the evaluation indexes. The model was applied to an airport in Guangdong Province to evaluate the development level of smart airports, and the results show that the evaluation results of the indicators of the development level of smart airports derived from the model are basically consistent with the results of the field visit research and the actual situation, and the evaluation model has the practicability and validity, and it can provide a new way of thinking for the evaluation of the development level of smart airports.

Keywords: smart airports; game theory; cloud object meta; development level evaluation