

基于 AHP 的城市公共交通发展水平考核评价研究

厉健

(辽宁省交通运输事业发展中心, 辽宁 沈阳 110003)

摘要: 为科学评估城市公共交通发展水平, 运用层次分析法(AHP), 从发展环境、资金投入、用地保障、路权保障、服务能力 5 个方面确定 19 项考核指标, 建立考核评价模型; 应用该模型对辽宁省 A 市公共交通发展水平进行考核评价, 计算得出综合评判分数, 并针对得分偏低的项目和指标分析其存在的问题和不足, 提出整改方向。

关键词: 城市交通; 公共交通; 发展水平; 层次分析法(AHP); 考核评价

中图分类号: U492.4

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)03-0032-05

为促进城市公共交通优先发展, 国务院印发了《关于城市优先发展公共交通的指导意见》, 对城市公共交通发展进行全面部署。近年来, 城市公交行业服务能力、车辆技术水平、财政资金投入、专用道发展、场站设施等得到大幅改善, 公共交通发展水平得到显著提升。但仍存在诸多问题: 一是政府在落实主体责任时不到位, 尽管按照国家政策文件配套出台了当地发展政策, 但未充分认识到城市公交在引领城市发展、促进城市规划建设等方面的重要作用; 二是落实资金投入不到位, 虽然城市公交财政补贴投入力度逐年加大, 但投入水平差异较大, 补贴制度不完善; 三是公交基础设施用地不足, 绝大多数城市均未达到国家标准, 存在“马路停车”现象; 四是公交路权保障不到位, 公交专用道里程不足, 监管水平低; 五是城市公交车辆保有量不足, 高峰期车辆过于拥挤、乘车舒适性差、乘车难, 公交出行吸引力低。为了解城市公交发展状况, 为城市公交发展决策提供依据, 该文利用层次分析法(AHP)对城市公共交通发展水平进行综合评估。

1 AHP 法简介

AHP 法是一种系统分析方法, 它将定性方法与定量方法相结合, 将复杂问题分解为若干层次和若干因素, 对各因素进行两两比较, 得到不同问题解决方案的权重, 为方案选择提供理论依据。具有简单实用的特点, 适合多目标、多准则、多时期的系统评价。

AHP 法的基本步骤: 1) 将所要研究的问题概念化, 找出其包含的主要因素; 2) 分析各因素间的隶属、平行、派生关系, 建立有序的阶梯层次结构模型; 3) 将同一层次的每个要素对上一层准则的相对

重要性进行两两比较, 建立判断矩阵; 4) 依据判断矩阵计算被比较要素对上一层准则的相对权重; 5) 计算各层次要素相对于研究问题的合成权重, 得出研究问题的计算模型。

2 城市公交发展水平考核评价模型的建立

2.1 模型建立和指标选取原则

(1) 系统性原则。考核评价模型的建立应涵盖决定城市公交发展的各个方面, 充分反映城市公交发展现状, 且是整体情况的综合反映, 尽可能多地反映整体的多个侧面, 形成层次清晰、内容全面的评价系统, 体现整体发展水平。

(2) 客观性原则。遵循客观公正的原则, 尽量多地选取客观、定量的指标, 且指标值容易获取, 难以获取的指标不纳入考评, 减少主观性指标, 避免由于评价人员的主观倾向影响评价结果的客观性。

(3) 实用性原则。考评指标选取坚持可获取、可比较、可提升、实用性强的原则, 在各城市间不具有可比性的指标及提升空间小、区别度小的指标不选取, 且指标之间相互独立, 避免包含同类、具有因果等相互关系的指标。

2.2 考核评价模型建立

城市公共交通是一个系统工程, 其发展水平的高低受多方面因素的影响。通过查阅相关资料和国家最新政策文件, 咨询和征求相关城市管理部门及公交企业的意见, 将发展环境、资金投入、用地保障、路权保障和服务质量 5 个方面作为城市公交发展水平评价指标体系的一级指标。

(1) 发展环境。主要考核贯彻落实城市公交发展有关文件精神的情况、规划编制及实施情况、对城

市公交企业的监督管理情况,督促城市出台相关政策文件、编制城市公交规划、加强企业管理,为实施公交发展战略创造条件。

(2) 资金投入。主要考核城市公交发展资金投入水平、公交企业车辆购置给予扶持的情况、公交企业政策性亏损补贴补偿有关机制建设及实施情况,督促市政府将城市公交发展投入纳入公共预算支出的重点项目,促进加快推广新能源公交车,推动建立城市公交发展所需资金的长效机制。

(3) 用地保障。主要指城市公共交通综合用地面积达到国家标准(200 m²/标台)的水平和程度,公交车进场停放、首末站配建、新(清洁)能源车配套设施等的建设情况。评价公交线路配套建设首末站的情况,消除开通公交线路却未配套建设首末站等公交设施的现象,督促将公交线路开辟所需的首末站设施与公交线路同步建成投入使用,逐步偿还公交基础设施历史欠账,为公交线网优化、可持续发展夯实基础;考核评价新能源、清洁能源公交车推广所需配套建设的充电桩)、加气站建设情况,督促加快配套设施建设,避免因配套设施不足影响新能源、清洁能源公交车的正常运营。

(4) 路权保障。主要指城市公交专用道建设水平(包括路线规划、建设长度等)及有关部门对城市公交专用道使用进行监督管理的情况等。考核城市公交专用道建设水平,督促加快公交专用道建设,保障公交路权,提高公交车运送速度,增强公交运行可靠性和公交吸引力,提高城市公共交通分担率。考核评价公交专用道监管使用情况,督促城市充分发挥已建成公交专用道的路权保障作用。

(5) 服务能力。主要包括公交站牌完好率、公交车万人拥有率、车容车貌、服务质量、职工保障、驾驶员配备、智能化水平等指标。考核评价城市公交站牌建设情况,督促城市提升站牌整体水平和行业形象;考核评价城市公交车万人拥有率水平,督促城市发展更多公交车,更好地满足广大群众出行需求;考核评价车容车貌情况,督促各市持续提高城市公交服务质量;考评评价城市公交服务质量,重点考核公交服务满意率、公交行业服务典型树立等情况,督促城市提高公交行业服务质量;考核评价公交职工权益保障情况,特别是一线驾驶员工资与社平工资相对程度和水平情况,督促城市改善公交行业职工待遇,为提高公交安全管理和服务质量创造基本条件;考核评价城市公交行业驾驶员配备情况,督促城

市公交行业压缩非一线职工数量,加强驾驶员队伍建设,为降低驾驶员劳动强度、提高公交服务质量创造条件;考核评价城市公交行业信息化管理情况,重点考评企业运营智能调度、出行信息服务、行业监管和城市公共交通一卡通等系统建设情况,督促城市公交提升智能化水平。

综上,城市公交发展水平评价指标体系见表 1。

表 1 城市公交发展水平评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标
城市公共交通发展水平评价指标体系	发展环境 A ₁	发展政策 B ₁₁ ; 发展规划 B ₁₂ ; 监督管理 B ₁₃
	资金投入 A ₂	资金投入 B ₂₁ ; 新能源公交车发展 B ₂₂ ; 补贴补偿机制 B ₂₃
	用地保障 A ₃	综合用地达标率 B ₃₁ ; 公交车进场率 B ₃₂ ; 首末站配建率 B ₃₃ ; 新(清洁)能源车配套设施 B ₃₄
	路权保障 A ₄	公交专用道里程 B ₄₁ ; 公交专用道监管 B ₄₂
	服务能力 A ₅	公交站牌完好率 B ₅₁ ; 公交车万人拥有率 B ₅₂ ; 车容车貌 B ₅₃ ; 服务质量 B ₅₄ ; 职工保障 B ₅₅ ; 驾驶员配备 B ₅₆ ; 智能化水平 B ₅₇

2.3 评价模型的层次评价

2.3.1 构建判断矩阵

根据评价模型和指标体系,通过比较不同因素之间对于整体水平的重要性构建判断矩阵。假定准则 A_m与下一层次中的因素 B₁、B₂、B₃、...、B_n有关,则判断矩阵见表 2,其中 B_{ij}为对于 A_m而言 B_i对于 B_j的相对重要性,采用 1~9 标度法(见表 3),B_{ij}>0,B_{ii}=1,B_{ij}=1/B_{ji}(i,j=1,2,3,...,n)。

表 2 判断矩阵

A _m	B ₁	B ₂	...	B _n
B ₁	B ₁₁	B ₁₂	...	B _{1n}
B ₂	B ₂₁	B ₂₂	...	B _{2n}
...
B _n	B _{n1}	B _{n2}	...	B _{nn}

表 3 1~9 标度及其含义

相对重要性	定义	说明
1	同样重要	两个目标同样重要
3	略微重要	一个目标比另一个略微重要
5	相当重要	认为一个目标比另一个重要
7	明显重要	深感一个目标比另一个重要
9	绝对重要	强烈地感到一个目标比另一个目标重要得多
2,4,6,8	两个相邻判断的中间值	需要折中处理时采用

城市公交考评体系中 5 个层次指标的重要性各不相同,为减小个人主观因素对评价结果的影响,通过 14 名专家对指标的重要性进行两两比较,构建判断矩阵(见表 4~9)。城市公交考评体系中 5 个层次的 19 项指标具有复杂性和多样性,评分专家对各指标的认识和判断力各不相同,判断矩阵的各项取值可能存在一定偏差,为减小主观因素造成的偏差,对判断矩阵进行一致性检验。计算最大特征根 λ_{\max} ,按 $CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$ 计算一致性指标 CI , CI 值越大,矩阵的一致性越差。检验系数 CR 为 CI 与平均随机一致性指标 RI (见表 10)的比, $CR<0.1$ 时,则矩阵具有令人满意的一致性;否则,重新构建判断矩阵,直到 $CR<0.1$ 。

表 4 城市公交考核评价模型指标判断矩阵

指标	发展环境	资金投入	用地保障	路权保障	服务能力
发展环境	1	1/3	3	5	1/3
资金投入	3	1	5	7	1
用地保障	1/3	1/5	1	3	1/5
路权保障	1/5	1/7	1/3	1	1/7
服务能力	3	1	5	7	1
权重	0.192 5	0.338 5	0.094 2	0.036 2	0.338 5

注: $\lambda_{\max}=5.136\ 1$; $CI=0.034$; $CR=0.030\ 4<0.1$ 。

表 5 发展环境指标判断矩阵

指标	发展政策	发展规划	监督管理
发展政策	1	3	5
发展规划	1/3	1	3
监督管理	1/5	1/3	1
权重	0.605 4	0.291 5	0.103 1

注: $\lambda_{\max}=3.038\ 5$; $CI=0.019\ 3$; $CR=0.033\ 3<0.1$ 。

表 6 资金投入指标判断矩阵

指标	资金投入	新能源公交车发展	补贴补偿机制
资金投入	1	5	3
新能源公交车发展	1/5	1	1/3
补贴补偿机制	1/3	3	1
权重	0.605 4	0.103 1	0.291 5

注: $\lambda_{\max}=3.033$; $CI=0.016\ 5$; $CR=0.028\ 4<0.1$ 。

表 7 用地保障指标判断矩阵

指标	综合用地 达标率	公交车 进场率	首末站 配建率	新(清洁) 能源车 配套设施
综合用地达标率	1	3	5	5
公交车进场率	1/3	1	3	3
首末站配建率	1/5	1/3	1	1
新(清洁)能源车配套设施	1/5	1/3	1	1
权重	0.530 3	0.277 8	0.096 0	0.096 0

注: $\lambda_{\max}=4.043\ 5$; $CI=0.014\ 5$; $CR=0.016\ 1<0.1$ 。

表 8 路权保障指标判断矩阵

指标	公交专用道里程	公交专用道监管
公交专用道里程	1	3
公交专用道监管	1/3	1
权重	0.75	0.25

注: $\lambda_{\max}=2$; $CI=0$; $CR=0<0.1$ 。

表 9 服务能力指标判断矩阵

指标	公交站牌完好率	公交车万人拥有率	车容车貌	服务质量	职工保障	驾驶员配备	智能化水平
公交站牌完好率	1	1/5	1	1/5	1/3	1/3	1/3
公交车万人拥有率	5	1	5	1	3	3	3
车容车貌	1	1/5	1	1/5	1/3	1/3	1/3

续表 9

指标	公交站牌完好率	公交车万人拥有率	车容车貌	服务质量	职工保障	驾驶员配备	智能化水平
服务质量	5	1	5	1	3	3	3
职工保障	3	1/3	3	1/3	1	1	1
驾驶员配备	3	1/3	3	1/3	1	1	1
智能化水平	3	1/3	3	1/3	1	1	1
权重	0.044	0.270	0.044	0.270	0.124	0.124	0.124

注: $\lambda_{\max}=7.084$; $CI=0.014$; $CR=0.0106<0.1$ 。

表 10 平均随机一致性指标 RI 的标准值

矩阵阶数	RI	矩阵阶数	RI
1	0.00	6	1.24
2	0.00	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12	10	0.90

2.3.2 计算指标的相对权重

通过 MATLAB 软件计算权重,每个层次指标相对于上一层次的权重向量见表 4~9。

2.3.3 权重合成

各指标的权重乘以首层的权重,即为各指标的合成权重。如发展政策的合成权重=发展政策权重×发展环境权重=0.605 4×0.192 5=0.116 6。各指标的合成权重见表 11。

表 11 城市公交考核评价体系各指标的合成权重

指标	合成权重 W_i	指标	合成权重 W_i
发展政策	0.116 6	公交专用道里程	0.027 2
发展规划	0.056 1	公交专用道监管	0.009 1
监督管理	0.019 8	公交站牌完好率	0.014 9
资金投入	0.204 9	公交车万人拥有率	0.091 4
新能源公交车发展	0.034 9	车容车貌	0.014 9
补贴补偿机制	0.098 6	服务质量	0.091 4
综合用地达标率	0.040 0	职工保障	0.042 0
公交车进场率	0.026 2	驾驶员配备	0.042 0
首末站配建率	0.009 0	智能化水平	0.042 0
新(清洁)能源车配套设施	0.009 0		

2.3.4 城市公交发展水平评价

根据各指标权重 W_i 和考评专家对各项指标的评分 S_i ,按式(1)计算城市公交发展水平 H 。 H 值越大,则城市公交发展水平越好。

$$H = \sum_{i=1}^{19} W_i \times S_i \tag{1}$$

3 应用实例

3.1 指标赋值

以辽宁省 A 市为研究对象,对其城市公交发展水平进行评价。选取 14 位其他城市行业管理部门专家、企业管理专家对 A 市公交发展的 5 个方面、19 项指标进行打分。将每项指标分为 A、B、C、D、E 5 个档次,其中 A 档为 80~100 分,B 档为 60~80 分,C 档为 40~60 分,D 档为 20~40 分,E 档为 0~20 分,专家先对每项指标进行分档,再各自打分。

3.2 数据处理

将专家打分的平均值代入城市公交发展评价模型,计算 A 市城市公交发展水平 H (见表 12)。

表 12 A 市城市公交发展水平考核评价结果

评价指标	合成权重	专家打分	评价得分
发展政策	0.116 6	98	11.4
发展规划	0.056 1	83	4.7
监督管理	0.019 8	80	1.6
资金投入	0.204 9	62	12.7
新能源公交车发展	0.034 9	85	3.0
补贴补偿机制	0.098 6	88	8.7
综合用地达标率	0.040 0	72	2.9
公交车进场率	0.026 2	80	2.1
首末站配建率	0.009 0	100	1.0
新(清洁)能源车配套设施	0.009 0	100	1.0

续表 12

评价指标	合成权重	专家打分	评价得分
公交专用道里程	0.027 2	100	2.7
公交专用道监管	0.009 1	100	0.9
公交站牌完好率	0.014 9	89	1.3
公交车万人拥有率	0.091 4	25	2.3
车容车貌	0.014 9	94	1.4
服务质量	0.091 4	81	7.4
职工保障	0.042 0	47	2.0
驾驶员配备	0.042 0	72	3.0
智能化水平	0.042 0	83	3.5
综合得分			73.6

3.3 评价结果

如表 12 所示,A 市城市公交发展水平的综合评分为 73.6 分,为中上等水平。从单项指标情况来看,首末站配建率、新(清洁)能源车配套设施、公交专用道里程、公交专用道监管四项指标为满分,说明这 4 项指标符合有关标准的规定。而资金投入得分为 62 分,低于综合评分,且其权重约占 20%,对总得分的影响较大;公交车万人拥有率得分为 25 分,职工保障得分为 47 分,与及格线差距较大,需进一步提升。

4 结语

基于 AHP 法建立城市公交发展水平考核评价模型,通过汇总各指标情况,计算得出城市公共交通

综合评分,可从多方面和角度对城市公交发展情况进行客观评价,既可评价城市公共交通发展水平,也可与其他城市或地区进行横向对比,分析城市公共交通发展的不足之处或优势所在,从而进行有针对性的改进。

参考文献:

- [1] 匡星.城市常规公共交通服务水平评价研究[D].长春:吉林大学,2004.
- [2] 陆化普.城市交通管理评价体系[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [3] 魏华.城市公交服务质量与可靠性评价研究[D].西安:长安大学,2005.
- [4] 李铁柱.城市公共交通首末站综合评价[J].交通运输工程学报,2005,15(1).
- [5] 邵祖峰.基于神经网络的城市公共交通服务质量评价[J].城市交通,2006(4).
- [6] 曹茂林.层次分析法确定评价指标权重及 Excel 计算[J].江苏科技信息,2012(2).
- [7] 安晶,李香静,刘好德,等.面向公交优先绩效考核的城市公交发展水平评价指标体系研究[J].公路与汽运,2015(1).
- [8] 肖鹏.成都市二环路快速公交的适应性评价[J].公路与汽运,2015(1).
- [9] 钱喆.大城市公交评价指标体系和公交竞争力指数研究[J].城市交通,2015(4).
- [10] 吕强.关于城市公共交通发展水平综合评价指标的探究[J].黑龙江交通科技,2010(5).

收稿日期:2019-10-11

(上接第 31 页)

置方式,不仅满足增设地块出口的需求,提高路网的通达性,还可避免主路交通流与汇入、汇出车辆的交织,主路车辆运行速度更平稳,主路交通流的安全性提高。

(2) 将交织段辅路拓宽为两车道,使辅路车流汇入主路前、主路车流分流至辅路后都能及时调整车速,从而缩小辅路与主路交通流的速度差,使出入口处的车流速度变化更平稳,车辆的平均速度提高,通行时间减少,交通流通行效率提升。

(3) 改善后设计方案对提高路网总体运行效率具有显著作用,能保证主路交通流的行车安全,并显著提高出入口交通流的通行效率。但主路在车道数渐变段形成一定长度的排队,通行时间略有增加。

建议延长主路车道渐变段长度,以减小延误,提高主路的通行效率。

参考文献:

- [1] 美国交通研究委员会.道路通行能力手册(HCM2000)[M].任福田,刘小明,荣健,等,译.北京:人民交通出版社,2007.
- [2] 陈金川,刘小明,任福田,等.道路交织区运行分析研究进展[J].公路交通科技,2000,17(1).
- [3] 李劲夫,胡少帅,向健.多路畸形交叉口交通组织渠化设计研究[J].公路与汽运,2019(6).
- [4] 庞明宝,裴亚男.道路交织路段交通流优化控制仿真研究[J].计算机仿真,2017(5).

收稿日期:2020-02-21