

基于可拓学的湖北省交通运输高质量发展水平测度研究*

詹斌, 刘胜华

(武汉理工大学 交通学院, 湖北 武汉 430063)

摘要: 在深刻理解交通运输高质量发展内涵的基础上,以新发展理念为引领,结合目标导向及问题导向,建立湖北省交通运输高质量发展评价指标体系,并对指标进行等级划分;基于可拓学构建可拓综合评价模型对湖北省交通运输高质量发展水平进行测度,得出相关评价结论,为推动湖北省交通运输高质量发展提供决策参考。

关键词: 交通运输;发展水平;可拓学;湖北省

中图分类号: U491

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)06-0013-05

经济的高质量发展最迫切的是交通运输的高质量发展。目前,关于交通运输高质量发展的相关研究尚处于探索起步阶段,周伟、康衢、耿彦斌等对交通运输高质量发展的内涵进行了解读。通过对高质量内涵相关文献的梳理,借鉴耿彦斌对高质量内涵的总结,湖北省交通运输高质量发展内涵为以新发展理念为引领,以供给侧结构性改革为主线,以“巩固、增强、提升、畅通”八字总方针为要求,以“质量变革、效率变革、动力变革”为主要途径,通过现代信息技术手段构建安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化综合交通体系,实现交通运输全要素生产率的提高,开创质量效益明显提高、稳定性和可持续性明显增强的发展新局面,满足人民日益增长的多层次、多样化交通运输需求。

1 交通运输高质量发展评价指标体系

1.1 评价指标体系

目前,学术界对交通运输高质量发展的研究多集中于对现有问题及对策的分析,少数学者对交通运输质量评价指标进行了探讨,关于交通运输高质量发展评价指标体系构建的研究存在较大欠缺,主要体现在指标组成的合理性、完整性及指标分级的值域确定方面。在梳理交通运输行业相关规划报告指标体系的基础上,参考国内外交通发达地区发展现状,结合湖北省交通发展实际,以目标导向与问题导向、科学客观、系统综合为原则,运用频度分析法和综合分析法对城市交通发展指标进行筛选和归

类,从基础设施、交通装备、服务质量、开放合作、绿色发展、创新驱动、安全保障和行业监管 8 个维度构建湖北省交通运输高质量发展评价指标体系(见表 1)。

表 1 湖北省交通运输高质量发展评价指标体系

目标层	准则层	指标层
湖北省 交通 运输 高 质 量 发 展 评 价	基础设施 B ₁	内河高等级航道占比 C ₁ /%
		高等级公路占比 C ₂ /%
		农村公路优良率 C ₃ /%
		高速铁路营业里程 C ₄ /km
		铁路路网密度 C ₅ /[km·(万 km ²) ⁻¹]
	交通装备 B ₂	货运船舶平均载重吨位 C ₆ /t
		公路甩挂运输拖挂比 C ₇
		铁路及水路联运货运量占比 C ₈ /%
	服务质量 B ₃	铁路及水路货运周转量占比 C ₉ /%
		城乡客运一体化发展水平 AAA 级及
		以上比率 C ₁₀ /%
		民航航班正常率 C ₁₁ /%
	开放合作 B ₄	综合客运枢纽平均换乘时间 C ₁₂ /min
		社会物流总成本占 GDP 比重 C ₁₃ /%
		外贸进出口总额占比 C ₁₄ /%
	绿色发展 B ₅	交通基础设施及装备清洁低碳水平 C ₁₅ /%
		港口 EDI 系统覆盖率 C ₁₆ /%
	创新驱动 B ₆	智慧航道建设水平 C ₁₇ /分
		电子客票联网售票率 C ₁₈ /%
	安全保障 B ₇	交通事故死亡率 C ₁₉ /(人·万车 ⁻¹)
	行业监管 B ₈	交通运输服务监督电话业务回访满意率 C ₂₀ /%

* 基金项目: 湖北省交通运输厅项目

1.2 指标分级

采用数理统计分析法、经验借鉴分析法和综合分析法对湖北省交通运输高质量发展核心指标评估标准进行确定。数理统计分析法根据国内外各地区的统计数据分布概率密度确定评估等级,按照非等分五分位法,采取标准正态分布分段比例,对应16%、37%、63%、84% 4个百分位数,运用Excel中的Percentile函数进行计算,得到指标分级范围的限值,对限值取整作为指标分级范围。经验借鉴分

析法结合指标水平现状、发展趋势及交通运输各相关规划报告目标值、已有国际标准值、国内部分地区发展实际对指标进行理论分析,确定指标的评估标准。综合分析法根据指标相关数据情况,将上述两种方法相结合,确定指标的评估标准。各指标分级标准见表2。

2 可拓综合评价模型

交通运输高质量发展水平综合评价因为不同历

表2 交通运输高质量发展水平评价指标的分级标准

评价指标	分级标准					节域
	好	较好	一般	较差	差	
$C_1/\%$	(30,100)	(25,30)	(20,25)	(10,20)	(0,10)	(0,100)
$C_2/\%$	(30,100)	(20,30)	(15,20)	(10,15)	(0,10)	(0,100)
$C_3/\%$	(85,100)	(80,85)	(75,80)	(70,75)	(0,70)	(0,100)
C_4/km	(3 000,5 000)	(2 500,3 000)	(2 000,2 500)	(1 500,2 000)	(0,1 500)	(0,3 000)
$C_5/[\text{km} \cdot (\text{万 km}^2)^{-1}]$	(400,700)	(350,400)	(300,350)	(250,300)	(0,250)	(0,400)
C_6/t	(1 800,2 500)	(1 700,1 800)	(1 500,1 700)	(1 400,1 500)	(0,1 400)	(0,2 000)
C_7	(0,0.2)	(0.2,0.3)	(0.3,0.5)	(0.5,0.8)	(0.8,1)	(0,1)
$C_8/\%$	(5,8)	(3,5)	(2,3)	(1,2)	(0,1)	(0,5)
$C_9/\%$	(80,100)	(60,80)	(40,60)	(30,40)	(0,30)	(0,100)
$C_{10}/\%$	(98,100)	(96,98)	(94,96)	(92,94)	(0,92)	(0,100)
$C_{11}/\%$	(90,100)	(80,90)	(70,80)	(60,70)	(0,60)	(0,100)
C_{12}/min	(0,2)	(2,4)	(4,8)	(8,15)	(15,30)	(0,20)
$C_{13}/\%$	(0,8)	(8,11)	(11,15)	(15,18)	(18,30)	(0,30)
$C_{14}/\%$	(20,100)	(10,20)	(5,10)	(2,5)	(0,2)	(0,100)
$C_{15}/\%$	(75,100)	(70,75)	(65,70)	(60,65)	(0,60)	(0,100)
$C_{16}/\%$	(60,100)	(50,60)	(30,50)	(20,30)	(0,20)	(0,100)
$C_{17}/\text{分}$	(60,100)	(50,60)	(40,50)	(30,40)	(0,30)	(0,100)
$C_{18}/\%$	(95,100)	(80,95)	(60,80)	(40,60)	(0,40)	(0,100)
$C_{19}/(\text{人} \cdot \text{万车}^{-1})$	(0,2)	(2,4)	(4,6)	(6,8)	(8,15)	(0,15)
$C_{20}/\%$	(98,100)	(96,98)	(94,96)	(90,94)	(0,90)	(0,100)

史时期、现实国情、地理条件等因素,在评价指标设置、权重设置及数据收集整理中不同程度地存在某些主观矛盾与客观矛盾。在湖北省交通运输高质量发展水平评价中,考虑地方人口、经济实力、地区特点等因素,对指标阈值的界定应区别于国内外发达地区,即从实际出发,依据发展潜力进行界定。

可拓学是用来研究事物变化过程及量变到质变所形成的一种有序变化数学模型,其逻辑细胞是物元。可拓综合评价是可拓学在处理系统优劣评价问题方面的重要应用,该方法同时考虑评价对象的质与量并对质与量进行变换以解决系统中的不相容问题,对交通运输高质量发展水平评价具有很强的适应性。可拓综合评价通过引入关联度判断评价对象属于某集合的程度,使交通运输高质量发展水平测度更精细化、量化,从而提升整体评价的客观性。

2.1 确定经典域和节域

将所研究事物记作 M , M 的特征记作 C , M 关于 C 的量值为 V ,则称有序三元组 $R=(M,C,V)$ 为物元。湖北省交通运输高质量发展水平评价即为物元。同一事物 M 的若干特征记作 C_1, C_2, C_3, \dots ,相应量值为 V_1, V_2, V_3, \dots 。将所研究事物的特征及其量值范围组成的物元矩阵定义为经典域,记作 R_0 ,其各特征的量值以区间表示。在经典物元的基础上,将事物 R 关于各特征 C 的量值的总范围组成的物元矩阵定义为节域,记作 R_c 。

分别用 $i, j (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$ 表示湖北省交通运输高质量发展水平评价指标体系的准则层及指标层,建立经典域如下:

$$R_0 = \begin{bmatrix} N_0 & N_{01} & N_{02} & \cdots & N_{0m} \\ C & V_{01} & V_{02} & \cdots & V_{0n} \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} N_0 & N_{01} & N_{02} & \cdots & N_{0m} \\ C_1 & V_{011} & V_{012} & \cdots & V_{01n} \\ C_2 & V_{021} & V_{022} & \cdots & V_{02n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_n & V_{0n1} & V_{0n2} & \cdots & V_{0nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_0 & N_{01} & N_{02} & \cdots & N_{0m} \\ C_1 & (a_{011}, b_{011}) & (a_{012}, b_{012}) & \cdots & (a_{01m}, b_{01m}) \\ C_2 & (a_{021}, b_{021}) & (a_{022}, b_{022}) & \cdots & (a_{02m}, b_{02m}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_n & (a_{0n1}, b_{0n1}) & (a_{0n2}, b_{0n2}) & \cdots & (a_{0nm}, b_{0nm}) \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: R_0 为湖北省交通运输高质量发展水平评价物元; N_0 为级别的全体; N_{0j} 为划分的第 j 个等级; C_i 为第 i 个评价指标; $(V_{0ij})_{n \times m}$ 为同征物元阵,表示 N_j 关于指标 C_i 的量值范围。

令:

$$R_p = [N_p, C, V_p] = \begin{bmatrix} N_p & C_1 & (a_{p1}, b_{p1}) \\ & C_2 & (a_{p2}, b_{p2}) \\ & M & M \\ & C_n & (a_{pn}, b_{pn}) \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: R_p 为湖北省交通运输高质量发展水平评价指标允许取值范围的物元; N_p 为等级的全体; V_{pi} 为 N_p 中指标 C_i 的允许取值范围,即节域。

经典域和节域见表2。

2.2 确定指标权重

采用层次分析法确定指标权重,通过咨询相关专家进行指标的两两对比打分,获得不同层次的判断矩阵。根据相关公式对矩阵数据进行计算,得出各层次中不同指标的权重(见表3)。

2.3 建立关联函数

关联函数指物元的量值在数轴上的某一点时,物元符合对应等级取值范围的相关程度, $V_i \in [a_{ij}, b_{ij}]$ 时按式(3)计算, $V_i \notin [a_{ij}, b_{ij}]$ 时按式(4)计算。

$$K_j(V_i) = \frac{-\rho(V_i, V_{ij})}{|V_{ij}|} \quad (3)$$

$$K_j(V_i) = \begin{cases} \frac{\rho(V_i, V_{ij})}{\rho(V_i, V_{pj}) - \rho(V_i, V_{ij})}, \rho(V_i, V_{pj}) \neq \rho(V_i, V_{ij}) \\ -\rho(V_i, V_{ij}) - 1, \rho(V_i, V_{pj}) = \rho(V_i, V_{ij}) \end{cases} \quad (4)$$

表3 湖北省交通运输高质量发展水平评价指标的权重

评价指标	现状值	权重
C_1	21.97%	0.028 5
C_2	13%	0.028 1
C_3	75%	0.014 0
C_4	1 611 km	0.021 9
C_5	279.72 km/万 km ²	0.039 1
C_6	1 540 t	0.061 7
C_7	1 : 1	0.080 1
C_8	1.82%	0.022 0
C_9	55.73%	0.012 0
C_{10}	97.70%	0.019 6
C_{11}	71.67%	0.013 5
C_{12}	6 min	0.012 1
C_{13}	16%	0.014 0
C_{14}	1.29%	0.221 7
C_{15}	70%	0.081 4
C_{16}	26%	0.056 4
C_{17}	54.5 分	0.072 0
C_{18}	57.78%	0.053 3
C_{19}	6.26 人/万车	0.033 5
C_{20}	93.25%	0.115 0

式中: $\rho(V_i, V_{ij})$ 按照式(5)计算; $\rho(V_i, V_{pj})$ 按照式(6)计算。

$$\rho(V_i, V_{ij}) = \left| v_i - \frac{1}{2}(a_{ij} + b_{ij}) \right| - \frac{1}{2}(b_{ij} - a_{ij}) \quad (5)$$

$$\rho(V_i, V_{pj}) = \left| v_i - \frac{1}{2}(a_{pi} + b_{pi}) \right| - \frac{1}{2}(b_{pi} - a_{pi}) \quad (6)$$

2.4 计算关联度

(1) 计算各指标关于评价等级的关联度。关联度表示评价指标符合各评价等级的程度,按式(5)计算。若 $K_j = \max_{0 \leq j \leq m} K_j(p) > 0$,则交通运输高质量发展水平属于等级 j ,且数值越大越接近标准等级;若对于一切 j ,有 $K_j(p) \leq 0$,则表示待评价物元的等级不在所划分等级内,应作不合理反馈,对特征参数及权重因子进行调整,再重复以上步骤。根据式(3)、式(4)计算湖北省交通运输高质量发展各指标 C_i 关于评价等级的关联函数值,结果见表4;根据式(7)计算关联度,结果见表5。

$$K_j(p) = \sum_{i=1}^n \alpha_i K_j(V_i) \quad (7)$$

(2)按式(8)、式(9)求解评价等级特征值 j^* ,

表4 各评价指标的关联函数值 $K_j(V_i)$

评价指标	对各等级的关联函数值				
	1	2	3	4	5
C_1	-0.234 0	-0.080 8	0.404 0	-0.114 8	-0.361 0
C_2	-0.566 7	-0.350 0	-0.133 3	0.400 0	-0.187 5
C_3	-0.285 7	-0.166 7	0.000 0	0.000 0	-0.166 7
C_4	-0.500 0	-0.390 3	-0.218 8	0.222 0	-0.074 0
C_5	-0.500 0	-0.368 8	-0.144 3	0.405 6	-0.198 1
C_6	-0.361 1	-0.258 1	0.200 0	-0.080 0	-0.233 3
C_7	-1.012 5	-1.014 3	-1.020 0	-1.050 0	0.000 0
C_8	-0.636 0	-0.393 3	-0.090 0	0.180 0	-0.310 6
C_9	-0.354 1	-0.087 9	0.213 5	-0.262 2	-0.367 6
C_{10}	-0.115 4	0.150 0	-0.425 0	-0.616 7	-0.712 5
C_{11}	-0.392 8	-0.227 2	0.167 0	-0.055 7	-0.291 8
C_{12}	-0.400 0	-0.250 0	0.500 0	-0.250 0	-0.600 0
C_{13}	-0.363 6	-0.263 2	-0.066 7	0.333 3	-0.125 0
C_{14}	-0.935 5	-0.871 0	-0.742 0	-0.355 0	0.355 0
C_{15}	-0.142 9	0.000 0	0.000 0	-0.142 9	-0.250 0
C_{16}	-0.566 7	-0.480 0	-0.133 3	0.400 0	-0.187 5
C_{17}	-0.107 8	0.450 0	-0.090 0	-0.241 7	-0.350 0
C_{18}	-0.468 5	-0.344 8	-0.041 0	0.111 0	-0.296 3
C_{19}	-0.404 9	-0.265 3	-0.039 9	0.130 0	-0.217 5
C_{20}	-0.413 0	-0.289 5	-0.100 0	0.187 5	-0.325 0

表5 各等级关联度 $K_j(p)$

关联度	计算结果	关联度	计算结果
$K_1(p)$	-2.182 6	$K_4(p)$	0.525 1
$K_2(p)$	-1.454 6	$K_5(p)$	-1.559 0
$K_3(p)$	-0.782 3		

根据 j^* 评价交通运输高质量发展水平偏向某一级别的程度。根据式(8)所得指标关联度见表6。

$$\overline{K_j(p)} = \frac{K_j(p) - \min_j K_j(p)}{\max_j K_j(p) - \min_j K_j(p)} \quad (8)$$

$$j^* = \frac{\sum_{j=1}^m j^* \cdot \overline{K_j(p)}}{\sum_{j=1}^m \overline{K_j(p)}} = 3.49 \quad (9)$$

表6 评价指标关联度值 $\overline{K_j(p)}$

关联度	计算结果	关联度	计算结果
$K_1(p)$	0.000 0	$K_4(p)$	1.000 0
$K_2(p)$	0.439 2	$K_5(p)$	0.376 2
$K_3(p)$	0.844 8		

待评价物元关于各评价等级的综合关联度最大值为 $K_4(p) = 0.525 1$, 当前湖北省交通运输高质量发展水平处于较差状态; 特征值 $j^* = 3.49$, 表明湖北省交通运输高质量发展水平尽管较差, 但发展态

势在一定程度上偏向一般状态, 有逐步向较好状态转变的趋势。根据表6, 湖北省交通运输高质量发展状况离好的状态还有很大距离, 有必要将各指标现状值与表3中各指标关联函数值进行对比, 找出短板, 各相关部门从基础设施、交通装备、服务质量、开发合作、绿色发展、创新驱动、安全保障及行业监管8个维度出发, 共同发力, 形成合力, 加快湖北省交通运输高质量发展, 早日建成交通强省, 助力交通强国建设。

3 结语

在深刻理解交通运输高质量发展内涵的基础上, 提出交通运输高质量发展水平可拓综合评价模型, 并运用该模型对湖北省交通运输高质量发展水平进行测度。研究表明该方法具有很强的适应性与针对性, 相比传统评价方法具有如下优点: 可从定性与定量的角度对交通运输高质量发展状态进行评价, 通过区间延拓实现评价从阶梯间断到整个区间的连续转变, 概念清晰、逻辑性强, 评价结果更精细化、量化, 更具说服力; 基于现实条件与实际能力进行客观评价, 不但可判断当前交通运输发展状态, 还可反映未来发展趋势, 为发展决策提供理论支持。

由于交通运输高质量发展影响因素众多, 涉及

基础设施、服务质量、创新驱动、安全保障等多个维度,包含公路、铁路、水运等多个子系统,子系统之间相互关联,因而指标遴选十分复杂,如何使评价指标体系构建更科学、合理是未来需进一步研究的重点和方向。

参考文献:

- [1] 周伟.全力推动新时代交通运输高质量发展[J].大陆桥视野,2018(5):29-31.
- [2] 康衢.交通运输高质量发展的六个维度[J].交通建设与管理,2018(4):84-87.
- [3] 耿彦斌.交通运输高质量发展的内涵要义与实施重点[J].交通运输部管理干部学院学报,2019,29(4):24-27.
- [4] 焦蕴平.加快把交通运输高质量发展指标体系建起来[J].中国水运,2018(7):1.
- [5] 石宝林.交通强国背景下我国综合交通运输发展战略思考[J].大陆桥视野,2019(11):35-36.
- [6] 吴文化.推动交通运输高质量发展 加快建设交通强国[J].中国经贸导刊,2018(7):26-29.
- [7] 赵光辉.我国综合运输服务质量指标体系研究[J].中国市场,2016(41):138-142.
- [8] 王冬辉.城市交通高质量发展评价指标体系构建研究[J].中国市场,2020(7):34-35.

- [9] 徐阳,苏兵,张荔,等.陕西省区域经济与交通运输体系发展综合评价及适应度研究[J].生态经济,2016,32(3):108-112.
- [10] 李昊,马娇,宋华东,等.河南省交通运输供给侧结构改革评价指标体系[J].科技和产业,2018,18(5):16-20.
- [11] 蔡文.可拓学概述[J].系统工程理论与实践,1998(1):3-5.
- [12] 杨春燕,蔡文.可拓工程研究[J].中国工程科学,2000(12):90-96.
- [13] 彭金石,梁恺,罗咏今,等.大型城市绿色发展水平测度模型及其应用[J].中国商论,2020(10):9-10.
- [14] 詹斌,郑撼昊.武汉公共交通与城市发展适应性研究[J].公路与汽运,2020(1):16-19.
- [15] 厉健.基于 AHP 的城市公共交通发展水平考核评价研究[J].公路与汽运,2020(3):32-36.
- [16] 李聪攀.基于可拓学的城市交通可持续发展评价研究[D].北京:北京交通大学,2009.
- [17] 李晓伟,陈红,李聪攀.基于可拓学的城市交通可持续发展水平综合评价[J].广州大学学报(自然科学版),2011,10(4):77-81.

收稿日期:2020-11-06

(上接第3页)

方案2:原地升速工况下,各测点振动烈度在35 mm/s以内,符合标准要求(见图9)。

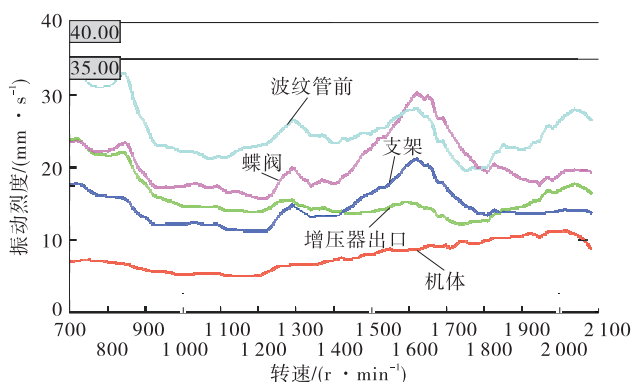


图9 原地升速工况下方案2排气系统振动烈度曲线

5 结语

对于重卡排气系统,增压器段排气管路的设计质量至关重要,会直接影响排气系统的使用寿命。应通过多种手段,完善和优化排气管路设计方案,从而降低排气系统故障率,延长其使用寿命。

参考文献:

- [1] 《汽车工程设计手册》编辑委员会.汽车工程设计手册(设计篇)[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [2] 邢素芳,王现荣,王超,等.发动机排气系统振动分析[J].河北工业大学学报,2005,34(5):109-111.
- [3] 赵祈硕.11 m长公路客车国IV排放排气管设计[J].客车技术与研究,2012(6):32-34+52.
- [4] 甘伟德.重型汽车道路排放测试与转鼓排放测试对比[J].客车技术与研究,2019(4):59-62.
- [5] 张洪欣.汽车设计[M].2版.北京:机械工业出版社,2002.
- [6] 余志生.汽车理论[M].6版.北京:机械工业出版社,2018.
- [7] 陈家瑞.汽车构造[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [8] 王凤娟,曾超,刘伦伦.商用型重卡后排气系统模态仿真方法及优化设计[J].现代制造技术与装备,2020(12):107-110.
- [9] 刘春朝,周超宇,王涛卫,等.基于 Abaqus 的某发动机排气管有限元分析[J].内燃机与动力装置,2017,34(6):26-29.

收稿日期:2021-04-20