

层次分析法在城市轨道交通服务质量评价中的应用

曾 瑜

深圳市地铁集团有限公司 广东深圳 518054

摘 要：层次分析法（AHP）是一种在多准则决策分析中经常使用的技术，它通过对复杂问题的分解并为各个因素分配权重，从而协助决策者作出最合适的决策。层次分析法因其系统化、逻辑性和用户友好性而得到了广泛的采纳。随着城市化进程的加快，城市轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分，其服务质量的高低对城市居民的出行体验和城市交通的发展具有深远的影响。运用层次分析法来评估其服务质量，目的是识别出影响地铁服务质量的核心因素，提出了相关改进意见，以期提高乘客满意度及地铁运营效率。

关键词：层次分析法；城市轨道交通；服务质量评价；应用

引言

城市轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分，其服务质量的高低对城市居民的出行体验和城市交通的发展具有深远的影响。目前，已使用的服务质量分析方法更多地依靠市民感受进行分析评分，抵消了实质上城市轨道交通一系列可靠度等数据的影响，如何科学、客观地评价城市轨道交通服务质量，显得对城市轨道交通运营企业尤为重要。层次分析法在应对多目标决策时具有尤其明显的优势，它是一种能够普遍使用并且适应多种情况的决策方法，它将定性和定量有机结合，它能够消除决策者在遇到复杂问题时所产生的逻辑错误，适用于结构复杂，指标不容易量化，准则较多的情况。因此，本文将运用AHP对城市轨道交通服务质量进行评价。

一、层次分析法简介

层次分析法是将对不同的决策选择间通过专业的评估和考量进行两两对比及计算，获得出指标间的相对重要关系。这个方法能够很好的结合企业发展实际，既考虑了市民的感受，又能消除主观感受所带来的过大影响，采用合理量化的方式来弥补精度不足的问题，能够更加合理地地铁运营的服务质量表现进行评价。采用AHP作为轨道运营单位进行服务质量评价，能够将企业的表现得到一个直观的量化，消除了评分者主观因素过大的影响，对于科学确定轨道交通服务质量评价有着重要的作用。

（一）权重确定的步骤

（1）建立层次结构模型

把需要解决的问题对象分解为若干重要的关联要素，

然后把重要关联要素按照不同的分类构建本类型下的下级层级结构。第一层是目标层，为设计者所想要解决的痛点难点和问题一级想要实现的目标。第二层为准则层，将所有可能影响上一层决策的因素进行填写登记。第三层为方案层，是解决该问题的不同方面的内容的具体措施及方案。

（2）确定层次分析判断矩阵

服务质量涉及各个方面的因素，因此在时，必须要针对多方情况综合考虑才能做出相对客观的评价。因此，在构建层级分析判断矩阵时，需要详尽、细致、理性。即，需要对比同一层级中每一个因素间相较的优劣程度，建立判断矩阵。在利用层次分析法建立判断矩阵时，可以选取不同的数值来代表相对应的重要程度。笔者选取1-9的整数及其相对应的倒数作为衡量的标准，构造相应矩阵，当两个因素 A_i 与 A_j 在相互比较其相对重要的程度时，必须要定义 A_{ji} 为 $1/A_{ij}$ 。重要性程度比较方法如表所示：

表1 AHP重要度评价标准

AHP 重要度评价标准	
标度	含义
1	两个元素相比，具有同样重要性
3	一个元素比另一个元素稍微重要
5	一个元素比另一个元素明显重要
7	一个元素比另一个元素强烈重要
9	一个元素比另一个元素极端重要
2\4\6\8	上述相邻判断中的中值

（3）测算指标权重

经过分析比较构建后的各指标相对重要性的矩阵后，解得该矩阵的特征根和特征向量，确定各要素重要性程

度,就能获得该矩阵的 λ_{\max} 、特征向量 $W=(W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)^T$,其中 $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ 即为因素 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ 对照于上一层次的影响元素按照优劣排列。

(4) 检验一致性

进行一致性的检验以确保该矩阵A最终结果的有效性及其证明的逻辑性,它标志着层次分析法结果的合理性和可使用性。一致性指标的计算定义为: $CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$ 。引入另一特征值RI。定义CR等于CI与RI的比值,据此获得n阶矩阵的随机一致性RI的值。

当 $CR < 0.10$ 时,该矩阵通过检验,具备良好的一致性,否则,比较矩阵应做适度修正,直到最终的结果通过检验。

二、城市轨道交通服务质量评价体系构建

通过构建,可形成如下三层的服务质量评价体系构造(供参考)。分别为运营规模、服务指标、运营安全。涵盖了许多目前服务质量评价中无法让市民能够肉眼看到的内容,涵盖了人、财、物、安全的重要方面,能够更为精准地描述轨道交通的贡献,兼顾决策者的通盘考虑,对全方位评价具有重要意义。

为了合理构造评价体系的层次矩阵,确定合理的各项指标的重要性排序。笔者邀请了在本行业中具有代表性的专家10位,由他们对指标重要性进行评价、打分。专家间的评价打分相互独立,互不影响,确保了指标的纯粹性。针对其中不同专家的差异情况进行再次调查确认,多次评判后得到最终层次矩阵各指标间的相对重要性。矩阵构造结束后,通过SPSS算法进行计算,通过一致性检验,即可得到每个指标的权重方案。

三、评价指标去量纲化

本文所构建的评价指标中,由于每个指标不同的单位,导致数值的差距特别巨大,如果根据原始的数据进行衡量,则很容易丧失部分小数值指标的存在意义,不能全面正确地反映出运营单位的实况。因此需进行去量纲化,我们必须确定相应指标的最大值(此处定义为 U_{\max})和最小值(此处定义为 U_{\min})。一般我们的最大最小值,如果有行业标准,则采用行业标准。如果没有行业标准,则采用本企业及A地铁运营自身经营以来最优的表现数值或者最差的表现数值。

(1) 对于考察的指标,如果数值越大是表现越优,而且这个指标还拥有实质的最大值,就选取它实质的上限为 U_{\max} ,员工实际的该指标值为 U_i ,最终员工的该指

标数值 r_i 去量纲化的具体计算方法为:

$$r_i = \frac{U_i - U_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}}$$

如果指标的数值表现为越大越好,且没有是实质的上线,例如列车服务可靠度可能出现某一季度的正无穷,那么则选取在轨道交通行业中已知的最优值为 U_{\max} 。设指标值集内任意的指标数为 U_i ,若 $U_i \geq U_{\max}$,则 $r_i=1$;若 $U_{\min} \geq U_i$,则 $r_i=0$ 。

(2) 同样地,对于考察的指标,如果取值越小是表示越优的意思,那么,去量纲化计算方法为:

$$r_i = \frac{U_{\max} - U_i}{U_{\max} - U_{\min}}$$

若 $U_i \geq U_{\max}$,则 $r_i=0$;若 $U_{\min} \geq U_i$,则 $r_i=1$ 。

(3) 如果,对于某一指标,有固定的某值为最优,那么越接近该固定值的指标就表现得越好。设最优值为 U_{δ} ,当 $U_i \in [U_{\min}, U_{\delta}]$,去量纲化计算方法是:

$$r_i = \frac{U_i - U_{\min}}{U_{\delta} - U_{\min}}$$

当 $U_i \in U_{\delta}, U_{\max}$,去量纲化计算方法是:

$$r_i = \frac{U_{\max} - U_i}{U_{\max} - U_{\delta}}$$

当 U_i 取其他值时,则 $r_i=0$ 。

四、应用

通过某市一年服务评价结果,最终得出该市轨道交通实质的服务质量结果。如下表所示:

表2 员工表现去量纲化数据对比

	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
车站面积	0.48%	0.5%	0.5%	0.5%
日均乘降量	0.28%	0.17%	0.20%	0.22%
日均换乘量	1.12%	1.1%	1.00%	1.00%
最大拥挤度	0.37%	0.12%	0.15%	0.06%
列车高峰期每小时的断面客流数值	1.58%	1.39%	1.34%	1.36%
正点率	3.35%	2.98%	3.35%	2.23%
列车服务的可靠程度	2.23%	0.45%	7.44%	7.44%
施工计划兑现率	0.90%	1.57%	1.50%	1.50%
故障工单整改率	1.85%	4.10%	3.77%	3.77%
百万乘客客伤率	22.86%	7.54%	0.00%	7.54%
演练合格率	6.71%	3.80%	5.90%	1.05%
安全培训次数	2.42%	2.02%	2.02%	4.04%
有效投诉	0.00%	0.56%	0.00%	0.56%

	第一 季度	第二 季度	第三 季度	第四 季度
乘客满意度	3.35%	1.80%	1.91%	0.97%
初次投诉化解率	0.29%	0.76%	0.51%	0.81%
售票机的可靠程度	12.81%	12.81%	14.41%	11.21%
乘客信息系统的可靠程度	3.20%	3.20%	3.60%	2.80%
设备票务收入	4.34%	0.64%	2.26%	2.78%
客服中心票务收入	3.43%	0.27%	2.78%	2.40%
乘客异常事务处理收入	0.67%	0.13%	0.46%	0.41%
差错率	2.86%	0.53%	1.72%	3.56%

通过量化的结果，获得被评价单位在管理中需要加强的方面，研究发现，该市在需要加强乘客满意度、尤其是高峰时段拥挤状况。为解决上述问题，主要有提高高峰期列车班次，改善车厢隔音，简化换乘路径和优化站点设施，以保证在城市快速发展环境下一直为公众

提供有效、方便、安全的公共交通服务。通过计算得出评价结果反馈出的突出问题症结所在，帮助管理者适时调整管理计划及管理方案，帮助企业提升。

参考文献

- [1] 魏茜茜. 基于层次分析法的轨道交通消防系统安全研究[J]. 湖北第二师范学院学报, 2021, 038(008): 42-47.
- [2] 汪俊, 汤寿旒, 杨蕙楨. 基于层次分析法的武汉轨道交通标识系统功效评价研究[J]. 城市建筑, 2022(S1): 1-3.
- [3] 梁瑜, 何世伟, 宋瑞, 等. 智慧城市轨道交通系统架构研究[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(4): 5.
- [4] 冯柏盛, 殷玮川. 基于层次分析法的城市交通网络可达性评价方法研究[J]. 现代城市轨道交通, 2022(4): 6.