

# 基于乘客满意度的公交服务水平模糊评价

薛兴海<sup>1</sup>, 巩丽媛<sup>2</sup>, 倪亚洲<sup>2</sup>, 刘星昊<sup>3</sup>

(1. 济南市公共交通总公司, 济南 250013; 2. 济南市城市交通研究中心, 济南 250031;

3. 济南市 12319 热线服务中心综合科, 济南 250102)

**摘要:**从乘客的角度出发,建立了公交服务水平评价指标体系,保证了评价结果的客观性。在济南市公交乘客满意度调查的基础上,采用模糊评价方法对每层指标及济南公交的总体服务水平进行评价,济南公交总体服务水平的评价结果为“满意”。

**关键词:**层次分析法;公交乘客满意度;模糊综合评价;指标体系

**中图分类号:**F572.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2012)05-0091-04

## 1 公交服务水平评价综述

乘客满意度是公交服务质量的重要衡量标准,国内外专家已经进行了公共交通服务评价的理论研究。国外对于公交乘客满意度影响因素和模型的研究起步较早,在公交乘客满意度影响因素方面研究较为深入。Botozw 在文献<sup>[1]</sup>中针对旧金山市快速交通系统(BATR)的出行服务质量提出了相应的分析评价方法。Alter<sup>[2]</sup>将可达性、出行时间、可靠性、直达系数、服务频率和客流密度作为吸引潜在乘客流量的 6 项服务质量水平评价指标。Dhnigra 等在文献<sup>[3]</sup>中分析了印度南部德里市三条公交线路的不同运行情况,考虑了 9 项重要的指标因素。Friman<sup>[4]</sup>等人通过对公共交通顾客满意度进行分析和研究,提出了评估模型,并得出总体满意度与累计满意度正相关。王伟<sup>[5]</sup>提出了一种基于 GIS 的公共交通系统服务水平模糊聚类分析方法,从网络服务供给与需求的相互协调关系出发,通过定量和定性相结合的方法对公交系统服务水平进行分析评价。李铁柱等<sup>[6]</sup>从规划的协调性、运行的有效性、环境的可持续性三个方面出发,建立了综合评价体系,提出了 10 项评价指标。张喜成和汪江洪<sup>[7]</sup>从基础设施、服务质量及效率方面建立了公共交通服务水平评价体系,并应用粗糙集综合评价法对公交服务水平进行了评价。金宁和隗志才<sup>[8]</sup>提出了基于顾客满意度的城市公交服务水平,运用帕累托定律分析了长春市少量主要线路完成大量旅客运输的规律,指出在满足所有乘客的基本服务需求的基础上,提高主要线路的公交服务水平,可以提高对大部

分乘客的服务水平,选用 12 项评价指标建立了公交乘客服务满意度指数模型。

## 2 模糊综合评价模型

模糊综合评价法是运用模糊数学和模糊统计方法,通过综合考虑影响某事物的各个因素,对该事物的优劣做出科学地评价。其基本原理是应用模糊变换原理和最大隶属度原则,考虑被评价方案的各个指标,对其所做的综合评价。模糊综合评价法的步骤为:①确定评价对象的因素论域,  $u = \{u_1, u_2, \dots, u_p\}$ ; ②确定评语等级论域  $v = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ , 即等级集合,每一个等级可对应一个模糊子集; ③在构造了等级模糊子集后,逐个对被评价事物从每个因素  $u_i (i = 1, 2, \dots, p)$  上进行量化,即确定从单因素来看被评价事物对等级模糊子集的隶属度  $(R | u_i)$ , 进而得到模糊关系矩阵,即隶属度矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} R | u_1 \\ R | u_2 \\ \dots \\ R | u_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pm} \end{bmatrix}_{p \times m}$$

矩阵  $R$  中的元素  $r_{ij}$ , 表示某个被评事物从因素  $u_i$  来看对  $v_j$  等级模糊子集的隶属度; ④确定评价因素的权向量:  $A = (a_1, a_2, \dots, a_p)$ 。权向量  $A$  中的元素  $a_i$  本质上是因素  $u_i$  对模糊子集的隶属度。本文使用层次分析法来确定评价指标间的相对重要性次序,从而确定权系数; ⑤合成模糊综合评价结果向量。利用合适的算子(下式中的  $\circ$ ) 将  $A$  与各被评事物的  $R$  进行合成,得到各被评事物的模糊综合评价结果

收稿日期: 2012-03-06

作者简介: 薛兴海(1963—), 男, 山东济南人, 济南市公共交通总公司总经理, 高级工程师, 经济管理硕士, 研究方向: 城市交通。

向量  $B$ 。即：

$$A \circ R = (a_1, a_2, \dots, a_p) \circ \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pm} \end{bmatrix}$$

$$= (b_1, b_2, \dots, b_m) = B$$

其中  $b_i$  是由  $A$  与  $R$  的第  $j$  列运算得到的, 它表示被评事物从整体上看对  $v_i$  等级模糊子集的隶属程度。

### 3 济南市公交服务水平模糊综合评价

#### 3.1 建立公交服务水平评价指标体系

根据 2011 年济南市公交乘客满意度调查, 结合城市社会经济发展以及公交服务的发展水平, 在充分考虑公交乘客出行需求的基础上, 建立城市公交服务水平评价指标体系(见图 1)。其中, 方便性是指市民

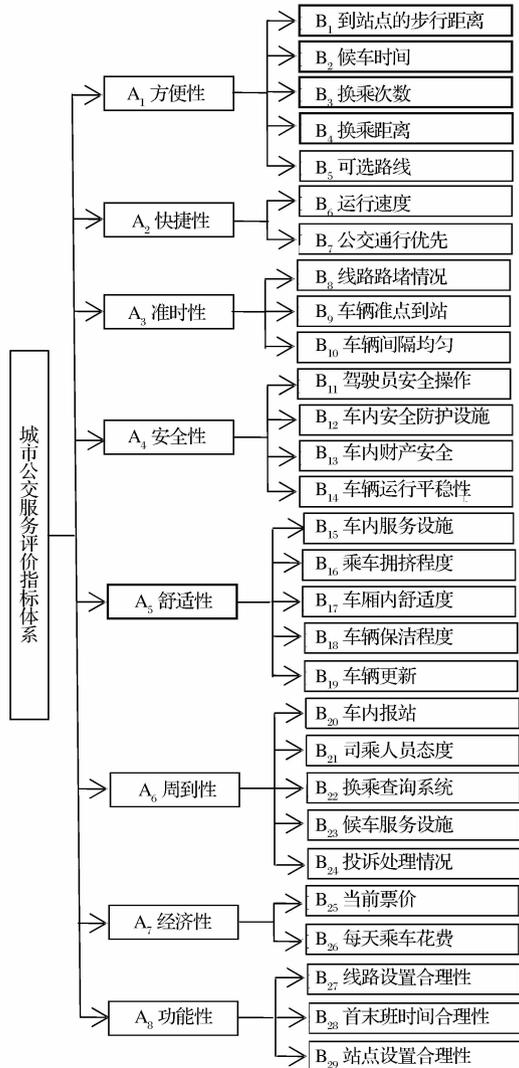


图 1 公交服务水平评价指标体系

乘坐公交的方便程度, 通过线路选择、换乘、到达站点等方面反映; 快捷性指公交的运送迅速, 公交在运送乘客时, 使乘客出行所费时间最少; 准时性指公交车准点发车、准点到站, 尽量减少乘客的等待时间; 安全性指公交车辆在运营过程中, 乘客的安全程度; 舒适性指公交出行时乘客的舒适感, 公交企业应尽量减少途中公交乘客的疲惫感; 周到性指公交企业及公交服务人员对接乘客的关心, 充分体现以人为本; 经济性指乘客乘坐公交的花费, 通过公交票价、月交通费用来反映; 功能性指公交网络设计的整体功能的合理性, 使得整个公交系统良好运作。

#### 3.2 确定评价集

确定公交服务评价的评价对象集、因子集、评语等级论域。

- 1) 确定评价对象集:  $P = \{ \text{济南公交服务水平} \}$ 。
- 2) 构造评价因素集:  $u = \{ u_1, u_2, \dots, u_8 \} = \{ \text{方便性, 快捷性, 准时性, 安全性, 舒适性, 周到性, 经济性, 功能性} \}$ 。
- 3) 确定评语等级论域: 建立评价集  $v = \{ v_1, v_2, \dots, v_5 \} = \{ \text{非常满意, 满意, 一般, 不太满意, 很不满意} \}$ 。

公交服务水平评价指标体系共由 8 个一级指标与 29 个二级指标构成, 分为 5 个测量等级, 为了便于计算, 将主观评价的语义学标度进行量化, 并依次赋值为 5、4、3、2、1, 所设计的评价定量标准见表 1。

表 1 公交服务评价定量分级标准

评价值	评语	定级
$x_i \geq 4.5$	非常满意	5
$3.5 \leq x_i < 4.5$	满意	4
$2.5 \leq x_i < 3.5$	一般	3
$1.5 \leq x_i < 2.5$	不太满意	2
$x_i < 1.5$	很不满意	1

#### 3.3 确定评价指标的权重

指标权重的确定是合理进行公交服务水平评价的关键。本文采用层次分析法(AHP)综合公交乘客对各评价指标的相对重要性, 计算出各指标在整个指标体系中的权重。其步骤为: 首先采用 Saaty 标度(1—9 标度)对同层评价指标进行两两比较和量化, 构造判别矩阵  $C$ ; 计算判断矩阵  $C$  的最大特征根  $\lambda_{\max}$  及其对应的特征向量  $A$ , 此特征向量就是各评价因素的重要性排序, 也即是权系数的分配; 最后, 按平均随机一致性指标进行一致性检验。公交服务两级评价指标权重见表 2。

表 2 公交服务评价指标权重

一级指标	二级指标	权重	一级指标	二级指标	权重
方便性 (0.185 1)	B <sub>1</sub> 到站点的步行距离	0.146 8	舒适性 (0.090 8)	B <sub>15</sub> 车内服务设施	0.136 8
	B <sub>2</sub> 候车时间	0.318		B <sub>16</sub> 乘车拥挤程度	0.416 8
	B <sub>3</sub> 换乘次数	0.138 5		B <sub>17</sub> 车厢内舒适度	0.213 7
	B <sub>4</sub> 换乘距离	0.266 2		B <sub>18</sub> 车辆保洁程度	0.158 0
	B <sub>5</sub> 可选线路	0.130 5		B <sub>19</sub> 车辆的更新	0.074 7
快捷性 (0.080 6)	B <sub>6</sub> 运行速度	0.333 3	周到性 (0.058 0)	B <sub>20</sub> 车内报站	0.165 8
	B <sub>7</sub> 公交通行优先	0.666 7		B <sub>21</sub> 司乘人员态度	0.087 5
准时性(0.093 7)	B <sub>8</sub> 线路路堵情况	0.297 0		B <sub>22</sub> 换乘查询系统	0.350 1
	B <sub>9</sub> 车辆准点到站	0.539 6		B <sub>23</sub> 候车服务设施	0.046 5
	B <sub>10</sub> 车辆间隔均匀	0.163 4		B <sub>24</sub> 投诉处理情况	0.350 1
安全性 (0.063 5)	B <sub>11</sub> 驾驶员安全操作	0.262 8	经济性 (0.370 3)	B <sub>25</sub> 当前票价	0.666 7
	B <sub>12</sub> 车内安全防护设施	0.140 9	功能性 (0.058 0)	B <sub>26</sub> 每天乘车花费	0.333 3
	B <sub>13</sub> 车内财产安全	0.140 9		B <sub>27</sub> 线路设置合理性	0.287 9
	B <sub>14</sub> 车辆运行平稳性	0.455 4		B <sub>28</sub> 首末班时间合理性	0.165 6
		B <sub>29</sub> 站点设置合理性		0.546 6	

3.4 确定隶属度矩阵

利用调查数据建立隶属度矩阵。其中,总评价目标下的隶属度矩阵  $R_0$  的列依次为:非常满意、满意、一般、不太满意、很不满意,行依次为 8 个一级指标:方便性、快捷性、准时性、安全性、舒适性、周到性、经济性、功能性。二级指标的隶属度矩阵  $R_1$  (方便性)、 $R_2$  (快捷性)、 $R_3$  (准时性)、 $R_4$  (安全性)、 $R_5$  (舒适性)、 $R_6$  (周到性)、 $R_7$  (经济性)、 $R_8$  (功能性)的列依次为:非常满意、满意、一般、不太满意、很不满意,行依次为各个二级指标下的三级指标。隶属度矩阵的元素  $r_{ij}$  为不同指标下,选择该公交满意程度的人数所占比

例。

$$R_0 = \begin{bmatrix} 0.3526 & 0.4725 & 0.1031 & 0.0589 & 0.0129 \\ 0.2993 & 0.3452 & 0.2787 & 0.0681 & 0.0087 \\ 0.2595 & 0.3196 & 0.2945 & 0.1060 & 0.0203 \\ 0.3528 & 0.4015 & 0.1690 & 0.0676 & 0.0093 \\ 0.3384 & 0.3815 & 0.1715 & 0.0909 & 0.0178 \\ 0.4415 & 0.3318 & 0.1898 & 0.0272 & 0.0096 \\ 0.4771 & 0.4185 & 0.0539 & 0.0444 & 0.0062 \\ 0.4171 & 0.3566 & 0.1443 & 0.0611 & 0.0209 \end{bmatrix}$$

表 3 公交服务二级评价指标的隶属度

指标	非常满意	满意	一般	不太满意	很不满意	指标	非常满意	满意	一般	不太满意	很不满意
方便性	0.369 3	0.488 9	0.109 1	0.026 6	0.006 1	舒适性	0.401 3	0.457 6	0.105	0.031 5	0.004 6
	0.344 3	0.528 6	0.077 7	0.035 3	0.015		0.211 6	0.326 3	0.201 6	0.209 1	0.051 3
	0.388 9	0.428 7	0.094 8	0.076 1	0.011 5		0.218 6	0.342 5	0.300 4	0.12	0.018 5
	0.337 6	0.509 1	0.078 9	0.059 6	0.014 9		0.323 5	0.416 5	0.178 3	0.074 1	0.007 6
	0.323 7	0.407 1	0.155 2	0.096 9	0.017 2		0.537	0.364 5	0.072 1	0.019 5	0.006 9
快捷性	0.312 8	0.358 9	0.248 6	0.070 3	0.009 4	周到性	0.586 8	0.292 3	0.105 2	0.010 9	0.004 8
	0.285 7	0.331 6	0.308 8	0.065 9	0.007 9		0.470 1	0.318 3	0.156 3	0.050 8	0.004 5
准时性	0.215 4	0.270 4	0.333 8	0.157 8	0.022 6		0.238 4	0.379 3	0.344 2	0.031 2	0.006 9
	0.249 4	0.339 7	0.314	0.084 2	0.012 7		0.553 8	0.326 2	0.071 3	0.037	0.011 7
	0.313 8	0.348 6	0.235 9	0.076 1	0.025 6		0.553 6	0.307 2	0.099 7	0.023 8	0.015 7
安全性	0.312 5	0.337 1	0.294	0.049 9	0.006 6	经济性	0.562 1	0.355 6	0.045 2	0.030 4	0.006 8
	0.366 6	0.442 6	0.118 9	0.062 9	0.009 1		0.392	0.481 3	0.062 6	0.058 4	0.005 6
	0.339 1	0.444 7	0.131 2	0.076 1	0.008 9	功能性	0.322 4	0.369 4	0.205 3	0.083 7	0.019 1
	0.392 9	0.381 5	0.131 7	0.081 4	0.012 5		0.547	0.353 7	0.053 8	0.024 4	0.021
						0.382	0.346 5	0.173 7	0.075 3	0.022 6	

3.5 公交服务水平的模糊综合评价

利用加权平均  $M(\cdot, \oplus)$  模糊合成算子将 A 与 R

足合成得到模糊综合评价结果向量 B。模糊综合评价中常用的取大取小算法,在因素较多时,每一因素所分得的权重常常很小。在模糊合成运算中,信息丢失很多,常导致结果不易分辨和不合理(即模型失效)的情况。所以,这里采用加权平均型的模糊合成算子。计算公式为:

$$b_j = \sum_{i=1}^p (a_i \cdot r_{ij}) = \min(1, \sum_{i=1}^p a_i \cdot r_{ij}), j = 1, 2,$$

..., m

式中,  $b_j$ 、 $a_i$ 、 $r_{ij}$  分别为隶属于第 j 等级的隶属度、第 i 个评价指标的权重和第 i 个评价指标隶属于第 j 等级的隶属度。将来源于抽样调查的公交乘客满意度数据代入建立的模型中,计算各级模糊综合评价的向量。

方便性的评价向量:  $B_1 = (0.3494, 0.4879, 0.0951, 0.0542, 0.0135)$

快捷性的评价向量:  $B_2 = (0.2948, 0.3407, 0.2888, 0.0673, 0.0006)$

准时性的评价向量:  $B_3 = (0.2498, 0.3206, 0.3071, 0.1047, 0.0178)$

安全性的评价向量:  $B_4 = (0.5682, 0.3873, 0.1725, 0.0697, 0.0100)$

舒适性的评价向量:  $B_5 = (0.2810, 0.3648, 0.1961, 0.1303, 0.0277)$

周到性的评价向量:  $B_6 = (0.4415, 0.3318, 0.1898, 0.0272, 0.0096)$

经济性的评价向量:  $B_7 = (0.5054, 0.3975, 0.0510, 0.0397, 0.0064)$

功能性的评价向量:  $B_8 = (0.3922, 0.3543, 0.1630, 0.0693, 0.0213)$

公交服务的总体评价向量:  $B_0 = (0.3933, 0.4002, 0.1348, 0.0604, 0.0113)$

对相关指标的评分如下:

方便性:  $V_{B1} = 5 \times 0.3494 + 4 \times 0.4879 + 3 \times 0.0951 + 2 \times 0.0542 + 1 \times 0.0135 = 4.1055$

快捷性:  $V_{B2} = 5 \times 0.2948 + 4 \times 0.3407 + 3 \times 0.2888 + 2 \times 0.0673 + 1 \times 0.0006 = 3.8382$

准时性:  $V_{B3} = 5 \times 0.2498 + 4 \times 0.3206 + 3 \times 0.3071 + 2 \times 0.1047 + 1 \times 0.0178 = 3.6800$

安全性:  $V_{B4} = 5 \times 0.5682 + 4 \times 0.3873 + 3 \times 0.1725 + 2 \times 0.0697 + 1 \times 0.0100 = 5.0574$

舒适性:  $V_{B5} = 5 \times 0.2810 + 4 \times 0.3648 + 3 \times$

$0.1961 + 2 \times 0.1303 + 1 \times 0.0277 = 3.7412$

周到性:  $V_{B6} = 5 \times 0.4415 + 4 \times 0.3318 + 3 \times 0.1898 + 2 \times 0.0272 + 1 \times 0.0096 = 4.1683$

经济性:  $V_{B7} = 5 \times 0.5054 + 4 \times 0.3975 + 3 \times 0.0510 + 2 \times 0.0397 + 1 \times 0.0064 = 4.3558$

功能性:  $V_{B8} = 5 \times 0.3922 + 4 \times 0.3543 + 3 \times 0.1630 + 2 \times 0.0693 + 1 \times 0.0213 = 4.0270$

而对总体济南公交服务满意度的综合评判分值为:  $V_{B0} = 5 \times 0.3933 + 4 \times 0.4002 + 3 \times 0.1348 + 2 \times 0.0604 + 1 \times 0.0113 = 4.1038$ , 说明济南公交服务的满意度水平为“满意”。

#### 4 小结

本文中从乘客的角度出发,建立了公交服务水平评价指标体系,保证了评价结果的客观性。在公交乘客满意度调查的基础上,采用模糊评价方法对每层指标以及济南公交的总体服务水平进行评价。模糊评价方法步骤明确,评判规则简单,指标量化和数据处理可以通过智能化方式进行处理。下一步工作可以考虑进行基于网络的城市公交服务水平评价与改进系统的设计和开发,实现公交乘客满意度与公交服务关键指标双向验证的程序化,为公交服务评价和分析提供有力工具,为决策者提供快速、有效的数据支撑。

#### 参考文献

- [1] BOZTOWJJ. Level-of-service concept for evaluating public transport[R]. TRR, 1974.
- [2] ALTER CH. Evaluation of public transit service; the level-of-service concept[R]. TRR, 1976.
- [3] DHINGRA S L, BASINS S K. Analysis of attribute of intracery mass transportation a Case study[C]//Proceeding of International Conference on Transportation System Study. IIT, New Delhi, 1987.
- [4] MARGARETA FRIMAN, BO EDVARDSSON, TOMMY GARLING. Frequency of Negative Critical Incidents and Satisfaction with Public Transport Services[J]. Journal of Retailing And Customer Services, 2001(8): 95-104.
- [5] 王伟, 杨新苗, 陈学武. 城市公共交通系统规划方法与管理技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [6] 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, 5(1): 86-91.
- [7] 张喜成, 汪江洪. 粗糙集综合评价法在公交服务水平评价中的应用[J], 决策参考, 2006(4): 46-49.
- [8] 金宁, 隗志才. 基于顾客满意度的城市公交服务水平[J]. 吉林大学学报: 工学版, 2008, 38(增刊): 63-66.

(下转第 102 页)

供无功调节、机组一次调频等基本辅助服务达到考核标准,同时应严格执行电力调度机构下达的日发电计划曲线,减少甚至避免电厂并网运行考核的费用支出。火电企业中小机组应尽可能提高机组的发电特性,争取较多承担并网发电厂在基本辅助服务之外所提供的有偿辅助服务。

#### 4 结论

节能发电调度环境下火电企业面临着巨大的利益调整,整体处于不利局面。本文针对节能发电调度试点省份之一的四川省展开研究,从上网电量和价格政策变化两个方面分析了节能发电调度对火电企业的影响。在此基础上,从提高售电收入、提高经济补偿收入两个方面提出了节能发电调度应对策略,为四川省火电企业积极应对节能发电调度提供了一定的参考。

#### 参考文献

[1] 国办发[2007]53号:国务院办公厅关于转发发展改革委等部

门节能发电调度办法(试行)的通知[EB/OL]. (2007-08-02). [http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbqt/2007qita/t20070828\\_156042.htm](http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbqt/2007qita/t20070828_156042.htm).

[2] 计价格[1998]1802号:国家计委关于颁布《四川省电网丰枯、峰谷电价暂行规定》的通知[EB/OL]. (1998-09-18). <http://www.gdpc.gov.cn/jgzc/5325.htm>.

[3] 川办函[2010]11号:四川省人民政府办公厅关于印发四川省2010年度电力用户向发电企业直接购电试点实施方案的通知[EB/OL]. (2010-01-20). [http://www.sc.gov.cn/zwgk/zcwj/zfwj/cbh/201001/t20100125\\_897762.shtml](http://www.sc.gov.cn/zwgk/zcwj/zfwj/cbh/201001/t20100125_897762.shtml).

[4] 曾伊琳. 扬长避短 应对“节调”——大型火力发电企业应对节能调度策略[J]. 中国电力企业管理, 2009(2): 38-39.

[5] 川价发[2010]16号:四川省物价局关于转发《国家发展改革委办公厅关于调整四川省丰枯、峰谷电价办法有关问题的复函》的通知[EB/OL]. (2007-02-09). [http://www.sc.gov.cn/zwgk/gggs/wj/201002/t20100224\\_910145.shtml](http://www.sc.gov.cn/zwgk/gggs/wj/201002/t20100224_910145.shtml).

### Impact of Energy-saving Dispatching on Thermal Power Enterprise and the Strategy

CUI Ning-ning<sup>1</sup>, ZHAO Yan<sup>2</sup>, WANG Nan<sup>3</sup>, ZHOU Na<sup>1</sup>, ZHANG Li-zi<sup>1</sup>

(1. School of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;

2. Huadian Power International Corporation Limited, Beijing 100031, China;

3. Tianjin Electric Power Corporation Technology Center, Tianjin 300010, China)

**Abstract:** As China's main power supply of power industry, thermal power faces a huge interest adjustment because of energy-saving dispatching. In this paper, study is launched for Sichuan which is one of the experiment provinces of the energy-saving generation dispatching, according to the hydro thermal exchange characteristics of Sichuan, firstly, energy-saving dispatching mode and the economic compensation mechanism of Sichuan are described, and then energy-saving dispatching impact of thermal power enterprise from the grid electricity and price policy change two aspects is analyzed, and finally, energy-saving dispatching coping strategies of thermal power enterprise of Sichuan from the increased income of electricity sales and economic compensation two aspects are proposed.

**Key words:** energy-saving dispatching; thermal power enterprise; impact; strategy

(上接第 94 页)

### Fuzzy Comprehensive Evaluation of Bus Service Levels Based on Passenger Satisfaction

XUE Xing-hai<sup>1</sup>, GONG Li-yuan<sup>2</sup>, NI Ya-zhou<sup>2</sup>, LIU Xing-hao<sup>3</sup>

(1. Jinan City Public Traffic Company, Jinan 250013, China; 2. Jinan Urban Transport Reserach Center, Jinan 250031, China;

3. Comprehensive Office of Jinan 12319 Hotline Sercie Center, Jina 250102, China)

**Abstract:** From the perspective of the passengers, the bus service levels evaluation system to ensure the objectivity of the evaluation results. Evaluate each indicator as well as the overall level of bus service by fuzzy evaluation method based on bus passenger satisfaction survey of Jinan city, evaluation results of Jinan bus service level is satisfactory.

**Key words:** AHP; passenger satisfaction; fuzzy comprehensive evaluation; index system