

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2016.09.008

基于模糊综合评价的锅炉煤改气客户细分 ——以福建省福州市为例

□ 福建省福投新能源投资股份公司 (350001) 郑志 王硕

摘 要: 我国工业燃煤锅炉量大面广, 锅炉煤改气是治理煤烟污染最为便捷有效的途径。受经济增速换挡、项目前期投资较大等影响, 多数企业对锅炉煤改气持观望态度。燃气运营商欲开拓锅炉煤改气市场, 需建立评价体系和数学模型对潜在客户进行评价和分类, 以其作为营销决策的基础。结合福州地区市场调研情况, 从行业特性、企业特性、锅炉状况和客户开发潜力四个方面, 构建了锅炉煤改气潜在客户评价指标体系。以模糊综合评价为手段, 应用模糊数学理论, 建立了面向锅炉煤改气潜在客户的综合评价模型。应用熵理论并对熵权跳跃现象进行了修正, 得到各评价指标的客观权重; 兼顾专家组主观偏好, 组合赋权, 形成综合权重, 使得评价结果更加科学可信。应用帕雷托分析法进行潜在客户细分, 根据分级情况制定、实施不同的营销策略: 重点开发A类客户, 积极发展B类客户, 跟踪联系C类客户, 适时开展PDCA循环。

关键词: 修正熵 组合赋权 模糊综合评价 锅炉煤改气 客户细分 市场营销决策

Research on Customer Segmentation of Coal-fired Boiler Being Converted to Burn Natural Gas Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation — On the Perspective of Fuzhou City in Fujian Province

Zheng Zhi, Wang Shuo

New Energy Investment Corp. of Fujian Investment & Development Group

Abstract: The large amounts of coal fired boiler were distributed over all trades and professions in China. The transformation from coal fired boiler to natural gas fired one is the most convenient and effective approach to controlling the coal smoke pollution. Due to the economic growth rate shift and the project investment, most companies which using coal fired boiler took a wait-and-see attitude toward the transformation from coal fired boiler to natural gas fired one. The company which handles natural gas business will launch decision of strategic importance to convert coal-fired boiler to burn natural gas on the basis of customers' rating and ranking.

Referring to market research of Fuzhou City in Fujian Province, the assessment index system for potential customers who would probably convert coal-fired boiler to burn natural gas is erected, involving the characteristics of industry and enterprise, the condition of boiler and the customers' exploitative potentiality. The combination weight-fuzzy comprehensive evaluation model is established for potential customers who will probably convert coal-fired boiler to burn natural gas, by means of fuzzy mathematics. The result of assessment will be more scientific and believable by adopting comprehensive weights that combines the objective weight which applies revised entropy theory to moderating entropy weight chattering and the subjective one which reflects specialists' preference. The customer segmentation is proceeding by utilizing Pareto analysis method. The distinct marketing strategies will be implemented to exploit A-class customers preferentially, to develop B-class ones positively and to communicate with C-class ones continuously. The PDCA circulation for customers' evaluation & segmentation will be launched in good time.

.Keywords: revised entropy combination weights fuzzy comprehensive evaluation coal-fired boiler being converted to burn natural gas customer segmentation marketing strategies

以煤为主的能源消费结构带来了严重的环境问题，能源清洁低碳化利用是全球发展的大势所趋^[1]。福建省福州市燃煤锅炉（含燃煤、重油、渣油锅炉及直接燃用未经加工的生物质等高污染燃料锅炉）分布广、规模小、能效低、污染重。2015年，全市燃煤锅炉约1 399台，其中10蒸吨/h以下的燃煤小锅炉约占90%以上^[2]。根据《大气污染防治行动计划》、《节能减排低碳发展行动方案》的安排部署，福州市实施了燃煤锅炉节能环保综合提升工程，开展了城市建成区燃煤锅炉淘汰或改燃专项行动。2016年地方“两会”前，福州完成五城区所有118台、七县（市）城区71台燃煤锅炉淘汰、改燃工作^[3]，取得了阶段性进展。

锅炉煤改气是治理煤烟污染最为便捷有效的途径^[4,5]。被誉为“蓝金”的天然气作为清洁、高效、经济的绿色能源，在发展低碳经济的过程中愈来愈受青睐，其社会地位日益凸显^[6]。按等价热值进行折算，考虑天然气的燃烧效率，额定蒸发量1蒸吨/h（D=1t/h）锅炉的天然气用量约74m³/h。据不完全统计，2016年第一季度，福州市在用的D≤10t/h燃煤工业锅炉总蒸发量约1 900 t/h。若将上述工业锅炉燃料结构优化调整为天然气，按锅炉每天运行8h，年运营200天计，天然气年均用量约2.249 6亿m³，市场前景

广阔，开发潜力巨大。

然而，受经济增长速度换挡、项目前期投资较大等影响，多数企业对锅炉煤改气持观望态度。燃气运营商欲开拓锅炉煤改气市场，有必要在市场调研的基础上对潜在客户进行分类评价，实施分级管理，采取差别化的营销策略。

1 福州市锅炉煤改气市场调研

按照确定问题和调研内容——编制调研计划——收集信息——分析信息——展示调研结果——制定营销决策六个步骤^[7]，实施了对福州五区七县工业锅炉煤改气的市场调研。

调研锅炉使用单位77家。其中按行政区域划分，晋安区1家，仓山区1家，马尾区2家，福清市19家，长乐市41家，闽侯县4家，连江县3家，罗源县5家，永泰县1家（图1）。按国民经济行业分类^[8]标准划分，纺织服装、服饰业3家，纺织业27家，非金属矿物制品业15家，化学纤维制造业5家，化学原料和化学制品制造业3家，金属制品业1家，酒、饮料和精致茶制造业2家，农副食品加工业5家，食品制造业3家，橡胶和塑料制品业3家，烟草制品业1家，医药制

造业4家，造纸和纸制品业5家（图2）。

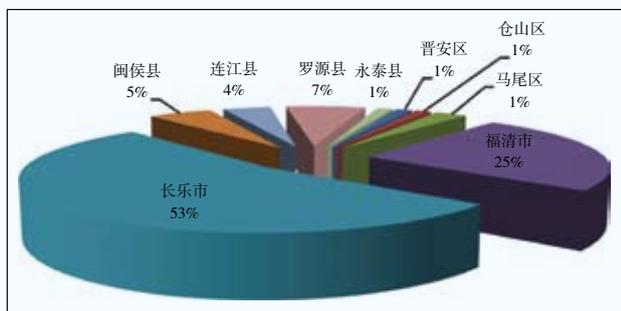


图1 企业样本构成图（按行政区域划分）

摸排统计工业锅炉177台。其中按燃料种类划分，烟煤锅炉115台，无烟煤锅炉61台，重油锅炉1台（图3）。按锅炉容量划分（折合蒸吨）， $D \leq 4t/h$ 锅炉7台， $4 < D \leq 6t/h$ 锅炉38台， $6 < D < 10t/h$ 锅炉17台， $D=10t/h$ 锅炉58台， $10 < D \leq 20t/h$ 锅炉51台， $D > 25t/h$ 锅炉6台。

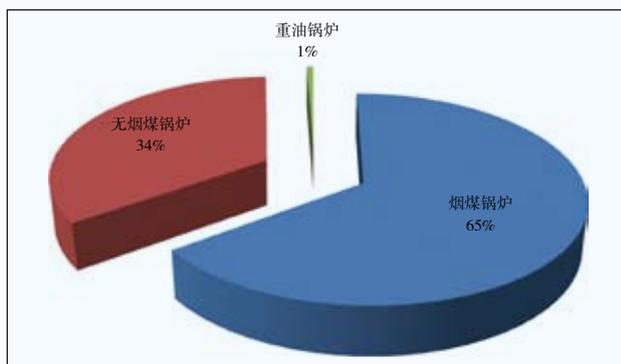


图3 锅炉样本构成图（按燃料种类划分）

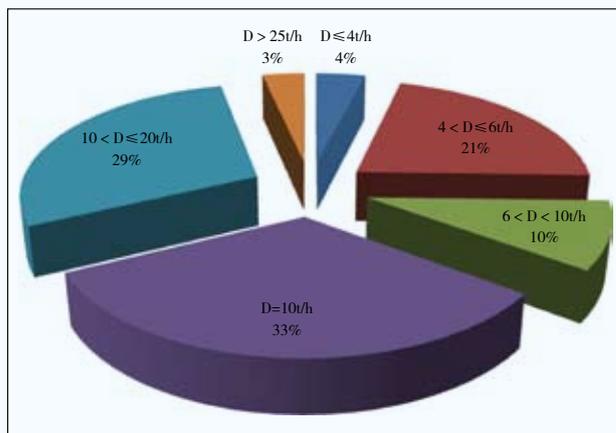


图4 锅炉样本构成图（按锅炉容量划分）

调研企业中2家停产，2家倒闭，73家在营（图5）。2家完成煤改气，6家完成煤改生物质，1家完成煤改燃油，12家加装除尘、脱硫、脱硝设施，2家倾向于煤改气，3家倾向于煤改生物质，9家或根据区域发展规划采用集中供热、供汽，40家持观望态度（图6）。

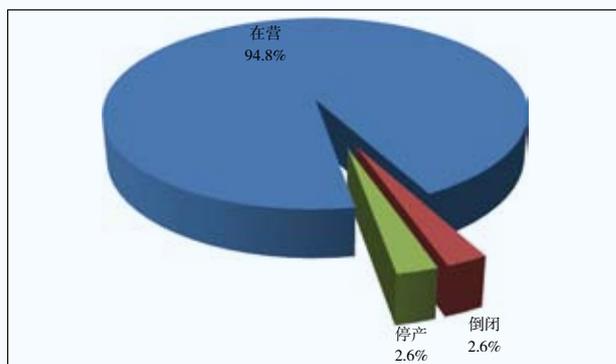


图5 调研企业营运状况图

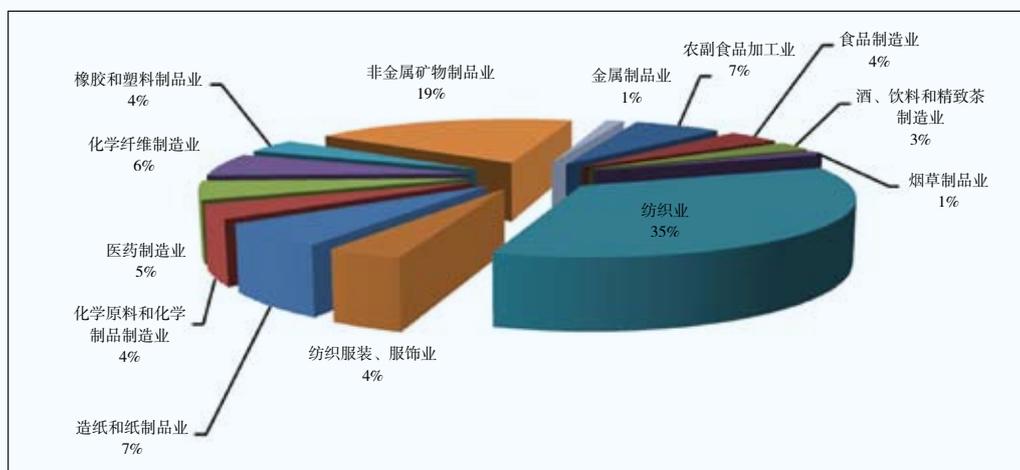


图2 企业样本构成图（按国民经济行业分类标准划分）

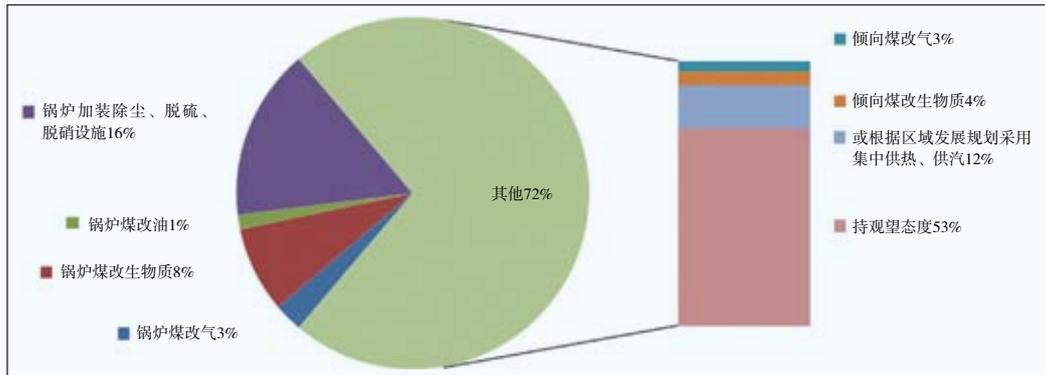


图6 调研企业锅炉治污或改燃措施与计划图

2 基于组合赋权的锅炉煤改气潜在客户模糊综合评价

终端市场客户是燃气运营商的重要资源，对于天然气业务收益的贡献遵循80/20法则^[9]。为开拓锅炉煤改气市场，获取良好经济效益，燃气运营商应正确辨别终端市场客户的类别，针对不同类别的客户进行差异化管理，采取多元化的营销模式和手段。营销策略的应用以对锅炉煤改气潜在客户的评价和分类作为基础。有必要建立客户评价体系和数学模型对锅炉煤改气潜在客户进行评价，从而为燃气运营商管理人员认识客户价值、提高客户开发管理水平、把握市场发展方向提供有效手段。

2.1 评价指标体系的构建

根据SMART原则，结合市场调研数据信息，从行业特性、企业特性、锅炉状况和客户开发潜力4个方面，选取行业景气程度、企业划型、企业经营情况、企业信用情况、锅炉容量、已采取的锅炉治污或改燃措施（即锅炉治污或改燃情况）、拟采用的锅炉治污或改燃措施（即锅炉治污或改燃计划）、煤改气项目推介态度、企业所在地天然气供应方式等作为评价指标，以此构建了锅炉煤改气潜在客户评价指标体系（图7）。各项指标采用五分制打分。

除上述指标外，还可以根据市场调研工作开展的深度和广度而不断加以完善，形成更加合理完整的指标体系。例如考虑宏观环境（如人文环境、经济环境、社会环境、自然环境、技术环境、政治法律环境）、微观环境（如供货商、营销中间商、客户、竞争对手）、锅炉技术经济指标^[10]（如结构、热效率、

燃料消耗量等）、企业可承受气价等因素。

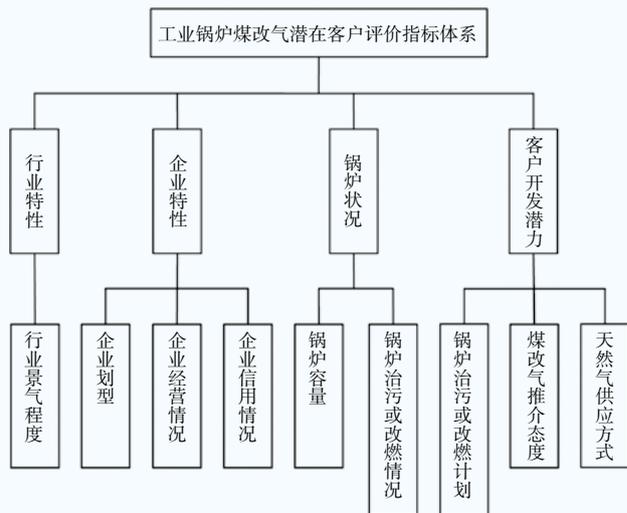


图7 工业锅炉煤改气潜在客户评价指标体系图

2.2 数学模型的构建

2.2.1 建立模糊关系评价矩阵

人们对事物的评价常常是不确定、不完整的；评价过程中评判对象的集合与集合之间、集合与元素之间，以及元素和元素之间的关系也是模糊的，除一些定量的指标外，多为一种综合性的定性需求和评价，并以“好、中、差、满意、一般”等模糊的概念加以描述。经典数学方法难以精确地度量客户价值的大小^[11]。为此，应用模糊数学理论来量化处理评价过程中的模糊信息，根据被评价对象本身存在的形态或类属上的亦此亦彼性，从数量上对其所属于以刻画和描述，使评价结果更为科学客观、符合现象的实际情况。

设有m个评价指标，n个评价对象，按照定性与定量相结合的原则，得到多对象关于多指标的评价

矩阵 R' :

$$R' = \begin{bmatrix} r'_{11} & r'_{12} & \cdots & r'_{1n} \\ r'_{21} & r'_{22} & \cdots & r'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r'_{m1} & r'_{m2} & \cdots & r'_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中, r'_{ij} 表示第 j 个评价对象在第 i 个评价指标上的分值 ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$, 下同)。

由于各评价指标具有不同的量纲, 为消除其不可公度性, 运用极差变换法进行无量纲化处理^[12], 得到模糊关系评价矩阵 R :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中, r_{ij} 表示第 j 个评价对象的第 i 个评价指标的评价结果的评价系数, $0 \leq r_{ij} \leq 1$ 。

2.2.2 确定指标权重系数

熵是对系统不确定性的一种度量, 熵值具有可加(可求和)、对称、非负、极值等性质, 既可通过计算熵值来判断一个事件的随机性及无序程度, 也可用熵值来判断某个指标的离散程度, 故熵是“不确定性”的最佳测度。

根据熵的定义, 确定各评价指标的熵值 H_i :

$$H_i = -\frac{1}{\ln n} \sum_{j=1}^n f_{ij} \cdot \ln f_{ij} \quad (3)$$

$$\text{式中, } f_{ij} = \frac{r_{ij} + 10^{-4}}{\sum_{j=1}^n (r_{ij} + 10^{-4})}$$

利用熵值计算第 i 个评价指标的权重系数(熵权) w_i 并对其熵权跳跃现象^[13]:

$$w_i = \frac{1 - H_i + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (1 - H_i)}{\sum_{i=1}^m \left\{ 1 - H_i + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (1 - H_i) \right\}} \quad (4)$$

得到评价指标权重向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 。

科学合理的指标权重既反映专家意愿又反映指标客观信息。为此, 将基于熵值理论的客观权重与专家组评判的主观权重进行综合, 组合赋权, 以提高评价结果的质量可信度。依据专家组对评价指标的偏好, 即主观权重向量 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$, 计算第 i 个评

价指标的综合权重 t_i :

$$t_i = \frac{\lambda_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot w_i} \quad (5)$$

得到组合赋权后评价指标的综合权重向量 $T = (t_1, t_2, \dots, t_m)$ 。

2.2.3 利用模糊矩阵合成算子求得综合评判集

由模糊关系评价矩阵和综合权重向量, 利用模糊关系理论得到综合评判集 B :

$$B = T \circ R = (t_1, t_2, \dots, t_m) \circ \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_m) \quad (6)$$

式中, “ \circ ” 为模糊合成算子, 一般选取加权平均型算子 $M(\square, \oplus)$ 。

公式(6)即为组合赋权模糊综合评价模型。模型构建的关键在于评价指标的选择及其权重的确定。评价指标的选择须从多方面的指标综合考虑。指标权重的确定须考虑客观权重和主观权重各自所携带的不同信息, 兼顾专家组统一意见和客观数据属性。

2.3 模型的应用

客户细分系指企业在明确的战略、业务模式和特定的市场中, 根据客户的属性、行为、需求、偏好及价值等因素对客户进行分类, 并提供针对性的产品、服务和营销模式的过程^[14]。客户细分是有效实施市场策略的第一步, 也是成功管理客户关系的基石^[15]。

基于熵值法的客观性、模糊综合评价法的模糊性, 结合专家组对评价指标的偏好, 将三者有机结合, 以期得到更加科学合理、符合客观实际的评价结果, 为实现燃气运营商企业资源的合理配置、客户关系管理及客户营销提供理论方法和决策参考。

剔除完成锅炉煤改气的2家企业和倒闭的2家企业, 对余下73家企业的数据和信息进行整理分析, 采用组合赋权模糊综合评价模型进行评估; 依据评价分值将参评企业降序排列, 按照帕雷托分析法, 将其划分成A、B、C三类客户(表1)。

3 潜在客户分级管理

区分一般客户、重点客户, 企业管理者可以分清

表1 锅炉煤改气潜在客户综合评价与分类表

排序	企业编号	评价分值	客户分级	排序	企业编号	评价分值	客户分级
1	066	0.814 519 22	A	38	053	0.555 805 25	C
2	007	0.795 597 08	A	39	042	0.555 565 48	C
3	069	0.740 624 29	A	40	051	0.555 468 86	C
4	037	0.740 017 14	A	41	045	0.537 964 69	C
5	025	0.731 401 18	A	42	046	0.537 357 54	C
6	064	0.712 531 79	A	43	070	0.537 357 54	C
7	061	0.703 019 83	A	44	032	0.537 169 82	C
8	054	0.675 644 51	B	45	010	0.536 883 16	C
9	068	0.675 534 48	B	46	013	0.536 883 16	C
10	076	0.666 968 26	B	47	001	0.527 868 31	C
11	062	0.666 022 52	B	48	012	0.527 845 52	C
12	021	0.657 193 90	B	49	052	0.527 845 52	C
13	027	0.656 138 01	B	50	044	0.518 884 89	C
14	030	0.656 138 01	B	51	018	0.518 458 19	C
15	038	0.656 138 01	B	52	040	0.518 435 45	C
16	008	0.648 382 50	B	53	073	0.509 397 81	C
17	026	0.638 537 17	B	54	004	0.509 385 39	C
18	067	0.638 514 48	B	55	050	0.509 375 07	C
19	074	0.638 197 71	B	56	041	0.500 809 72	C
20	072	0.629 486 22	B	57	031	0.500 314 75	C
21	056	0.620 413 43	B	58	024	0.490 848 26	C
22	055	0.619 615 08	B	59	016	0.490 475 72	C
23	075	0.619 592 34	B	60	017	0.490 475 72	C
24	036	0.619 140 70	B	61	065	0.490 475 72	C
25	011	0.611 724 70	B	62	020	0.481 900 05	C
26	039	0.611 724 66	B	63	023	0.481 425 67	C
27	048	0.601 735 47	B	64	005	0.463 327 71	C
28	015	0.592 802 56	C	65	002	0.463 228 05	C
28	049	0.592 802 56	C	66	006	0.454 237 30	C
28	057	0.592 802 56	C	67	014	0.444 890 27	C
29	060	0.592 480 24	C	68	033	0.435 865 10	C
30	034	0.592 463 10	C	69	029	0.426 817 25	C
31	077	0.591 180 97	C	70	035	0.407 420 77	C
32	071	0.583 899 90	C	71	022	0.407 385 56	C
33	009	0.574 354 85	C	—	003	—	倒闭
34	043	0.574 029 67	C	—	019	—	倒闭
35	063	0.573 916 57	C	—	028	—	煤改气
36	047	0.565 317 22	C	—	059	—	煤改气
37	058	0.564 506 45	C				

重要的少数与琐碎的多数之间的区别；可以根据效益优先的原则，将更多时间、精力、资金放在重要的客户身上；针对不同类型的客户，采取有效的营销模式与市场策略，以加强客户关系管理的针对性，实现市

场营销的个性化，提升客户关系管理与市场营销的水平与质量。

根据锅炉煤改气潜在客户评价分级情况，燃气运营商可制定实施针对性的营销策略与措施：

(1) A类客户,为关键客户,应积极争取,每个月定期回访,了解企业近况、锅炉治污或改燃意向与动向等有关信息,制作项目建议书,提供个性化服务。

(2) B类客户,为重点客户,应深入挖潜,每两个月定期回访,了解企业近况、锅炉治污或改燃意向与动向等有关信息,当客户态度较为明朗时,可编制项目建议书,提供个性化服务。

(3) C类客户,为一般客户,每季度定期回访,了解企业近况、锅炉治污或改燃意向与动向等有关信息。

此外,视经济形势、政策风向、环保力度等宏观环境和企业、行业自身发展状况,适时开展PDCA循环,更新数据,动态评价,及时调整营销策略,适应业务拓展需要。

4 结束语

(1) 我国工业燃煤锅炉量大面广,实施锅炉煤改气是治理煤烟污染最为便捷有效的途径。受经济增速换挡、项目前期投资等影响,多数企业对锅炉煤改气持观望态度。燃气运营商欲开拓锅炉煤改气市场,需在建立评价体系与数学模型的基础上开展潜在客户的评价和分类。

(2) 在开展福州市锅炉煤改气市场调研的基础上,从行业特性、企业特性、锅炉状况和客户开发潜力4个方面构建了锅炉煤改气潜在客户评价指标体系,且可根据调研深广度的不断增强而不断加以完善,形成更加合理完整的指标体系。

(3) 建立了基于组合赋权的锅炉煤改气潜在客户模糊综合评价模型。根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价。运用信息熵所反映数据本身的信息无序化效用值来计算评价指标的权重系数(熵权);为缓和熵值权重的跳跃现象且保证熵权判断的准确性,对熵值权重进行了修正。同时,采用修正熵权与主观权重相结合的方法确定综合权重,兼顾客观属性与主观偏好,评价结果更加合理可靠,符合客观实际。

(4) 应用组合赋权模糊综合评价模型进行锅炉煤改气潜在客户综合评价,依据评价结果,按照帕累托分析法,实施客户细分,并在此基础上制定实施有

针对性的市场营销策略和措施,以实现企业资源的合理配置,提高营销效率,取得良好的收益。

参考文献

- 1 王震,刘明明,郭海涛.中国能源清洁低碳化利用的战略路径[J].天然气工业,2016;36(4):96-102
- 2 福州市经济和信息化委员会.关于印发福州市燃煤锅炉节能环保综合提升工程实施方案的通知[EB/OL].[2015-10-15].http://jxj.fuzhou.gov.cn/zfxxgk/bmxxsq/bmxx/bmxx04/gkxx/201507/t20150710_913892.htm
- 3 陈文浩.聚焦2016福州“两会”:清新福州 尽显绿色活力[N].海峡都市报,2016-02-18(A01)
- 4 郝晓晨,蔡鑫磊,张东明等.合同能源管理在燃煤锅炉拆改中的应用[J].油气储运,2015;34(2):211-214,219
- 5 汤燕刚,黄迪华,郭华斌等.温州“煤改气”工程价格补贴可行性及相关政策研究[J].城市燃气,2014;(6)30-35
- 6 郑志,王硕.浅析LNG卫星站项目建设与燃气特许经营间的关系[J].城市燃气,2016;2:30-33
- 7 王永贲,于洪彦,何佳讯等译.KOTLER P, Keller K L. 营销管理[M].上海:格致出版社,上海人民出版社,2009:1-138
- 8 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会.国民经济行业分类标准[S] GB/T 4754-2011.北京:中国标准出版社,2011:1-66
- 9 彭劲松.城市天然气公司的大客户营销[J].城市燃气,2011;3:35-40
- 10 林宗虎,徐通模.实用锅炉手册(第二版)[M].北京:化学工业出版社,2009:1-91
- 11 罗军刚,解建仓,阮本清.基于熵权的水资源短缺风险模糊综合评价模型及应用[J].水利学报,2008;39(9):1092-1097,1104
- 12 何楠,齐书文.基于熵权的企业员工绩效评价研究[J].华北水利水电学院学报(社科版),2009;25(2):36-38
- 13 张近乐,任杰.熵理论中熵及熵权计算式的不足与修正[J].统计与信息论坛,2011;26(1):3-5
- 14 郑平标,朱克非,代明睿.基于客户价值分析的铁路客户分类方法探讨[J].铁路运输与经济,2014;36(3):42-46
- 15 刘英姿,吴昊.客户细分方法研究综述[J].管理工程学报,2006;20(1):53-57