文章编号：2097-5899(2025)01-0034-06　　**中图分类号**：U294.1　　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202408280001
引用格式：宋海涛，孙文丽，冯芬玲.考虑客户价值的铁路货运客户细分模型研究[J].铁路物流，2025，43(1)：34-39.
SONG Haitao，SUN Wenli，FENG Fenling.Research on Railway Freight Customer Segmentation Model Considering Customer Value[J]. Railway Logistics，2025，43(1)：34-39.

考虑客户价值的铁路货运客户细分模型研究

宋海涛[1]，孙文丽[2]，冯芬玲[2]

(1. 中国铁路广州局集团有限公司 广深铁路物流中心，广东 广州　511400；2. 中南大学 交通运输工程学院，湖南 长沙　410075)

摘　要：为适应不断增长的货运需求和激烈的市场竞争，以及面对铁路货运向现代物流转型的需要，铁路货运需要完善客户关系管理工作，准确细分客户，满足客户多样和丰富的需求，从而提高铁路货运竞争力。通过建立客户价值指标评价体系，从当前价值、潜在价值和忠诚度3个角度评估客户能够为企业创造的价值，采用层次分析法确定各指标权重，然后使用K-means算法细分客户为3个类别：高价值客户、中价值客户和低价值客户。在评价客户当前价值方面，考虑铁路货运重视运量的特点，改进了传统的RFM模型，提出适用于铁路货运客户的TFC模型。将客户的货物吨数纳入客户价值的细分方法能够更准确地识别出高价值客户，有利于铁路货运高效使用营销资源，提升营销效果。

关键词：铁路货运营销；客户价值；客户细分；层次分析法；K-means算法

0　引言

近年来，我国货运需求逐年增加，2023年我国总货运量为547.5亿t，铁路货运量为50.4亿t，占全国总货运量的9.2%，纵然面对公路和水路的激烈竞争，仍具有巨大的发展潜力。2024年4月，中国国家铁路局集团公司推出货运增量10条举措，提出要加大市场营销力度，调整营销战略，以提高铁路货运服务水平。客户是企业竞争的核心资源[1]。客户关系管理是铁路货运营销的重要内容。铁路货运企业应加强客户管理[2]，挖掘客户价值，实施差异化营销，提供定制化服务，以提高客户忠诚度和满意度，增强铁路货运竞争力。Zeybek[3]提出应对不同的客户细分市场采取差异化的营销策略，收集不同客户群体的看法和期望，以应对激烈的市场竞争。李文婧[4]研究和归纳了客户价值理论相关文献，提出铁路客户价值因素识别和评价方法。刘明桦[5]认为传统的客户关系管理(Recency Frequency Monetary，RFM)模型未能充分体现铁路货运的特点，提出KFM模型来挖掘铁路客户的特征。张斌等[6]考虑铁路货运客户特征，提出KFAV模型来改进RFM模型，对客户进行分类，并优化了K-means算法以提高其分类的效率。林裕森[7]使用孤立森林算法优化K-means算法，去除数据集中的孤立点和噪声，提高K-means聚类算法分类的准确性。韩彤童[8]将利润属性引入RFM模型，使用熵权法确定各项指标权重，确定最佳K值后使用K-means算法细分客户。

铁路货运量是衡量铁路运输能力的重要指标，现有研究为铁路货运客户细分提供了理论与方法支撑，然而未充分考虑到客户货运量对衡量铁路客户价值的重要作用。将客户货运量纳入评价客户当前价值的指标范围，从客户的当前价值、潜在价值和忠诚度3个角度出发，用K-means算法对客户进行分类，将客户分为高价值客户、中价值客户和低价值客户，帮助营销人员对不同类别的客户采取不同程度的精准营销策略，以使营销资源实现最大化利用。

收稿日期：2024-08-28
基金项目：中国铁路广州局集团有限公司科技研究开发计划课题(2022K009-K)；中南大学“高端智库”项目(2022znzk08)

1　考虑客户价值的铁路客户细分模型

1.1　客户价值评估模型

从铁路货运企业的角度出发，客户价值一般是指客户能为铁路货运企业创造的收益[9]，这里的“收益”不仅包括客户能为铁路货运企业带来的直接经济收益，还包括未来客户在铁路运输企业中的消费意愿、消费能力以及客户可能具有的为铁路货运企业带来收益的影响力，因此将客户价值分为当前价值、潜在价值和忠诚度，构建客户价值指标评价体系，对客户的价值进行评估，为客户细分提供基础。

评价客户当前价值的常用模型是RFM模型[10]，即根据客户的最近购买时间(Recency)、购买频率(Frequency)以及总购买金额(Monetary Value)来评价客户的当前价值，实际使用时需要根据各行业的实际情况对指标做适宜的调整。为响应铁路货运增量行动，将铁路货运客户的货运吨数纳入评估铁路货运客户当前价值的指标体系中来改进RFM模型，提出铁路货运客户价值TFC模型，其中T表示客户通过铁路运输的货物吨数，F表示客户使用铁路发送货物的频率，C表示客户支付的总运费，设计铁路货运客户当前价值指标如表1所示。

客户的潜在价值为客户可能在未来为铁路创造的价值。客户的潜在价值表现在2个方面，一方面是基于客户目前为企业带来的利润的情况，预测客户将来可能会给铁路带来的利润；另一方面是客户因其自身的影响力带动其他客户购买企业产品或提高企业声望等的无形价值。客户的忠诚度则体现为客户对企业的满意和信任，以及为企业提出意见和建议，同企业一同成长的意愿，然而从另一方面来说，当投诉建议次数过高时，客户可能会失去耐心，从而转向其他运输方式[11]。客户价值指标评价体系如表2所示。其中一级指标当前价值N下的二级指标分别是货物吨数(T)、发货频率(F)和总运费(C)，一级指标潜在价值P下的二级指标分别是运量增长量、运费增长量和客户影响力，一级指标忠诚度L下的二级指标分别为客龄、投诉建议次数和服务满意程度。

表1　铁路货运客户当前价值指标

Tab.1　Current value indicator of railway freight customers

指标	指标含义
T(Tonnage)	货物吨数
F(Frequency)	发货频率
C(Transportation costs)	总运费

使用层次分析法求当前价值中各个指标的权重系数，得到TFC模型判断矩阵如表3所示，层次分析法结果如表4所示。层次分析法求得当前价值中各指标的权重系数a，b，c分别为0.49，0.33，0.18。

为确保层次分析法得到的结果可靠，需检验判断矩阵是否满足一致性原则。一致性检验的步骤如下。

计算判断矩阵的一致性指标CI。

$$CI=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1} \tag{1}$$

式中：$\lambda_{\max}$为矩阵的最大特征值；n为判断矩阵的维度，在当前价值判断矩阵中，n的值为3。

根据公式(1)，可以计算出$CI=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1}=\frac{3.009-3}{3-1}\approx 0.005$。

计算判断矩阵的随机一致性比率CR。

$$CR=\frac{CI}{RI} \tag{2}$$

式中：RI为判断矩阵平均随机一致性指标，根据判断

表2　客户价值指标评价体系

Tab.2　Customer value indicator evaluation system

一级指标	指标说明	二级指标	指标说明
当前价值(N)	客户的购买能力和经济水平保持不变的情况下，客户对企业的价值	T(A_{11})	一定时期内客户发货的总吨数
		F(A_{12})	一定时期内客户的发货次数
		C(A_{13})	一定时期内客户支付的总运费
潜在价值(P)	客户未来可能为企业带来的有形和无形效益	运量增长量(A_{21})	客户发货吨数的月均增长量
		运费增长量(A_{22})	客户支付运费的月均增长量
		客户影响力(A_{23})	客户影响力较小，一般和较大分别取值0，0.5，1
忠诚度(L)	客户对企业的满意和信任程度	客龄(A_{31})	客户注册时间
		投诉建议次数(A_{32})	一定时期内客户对铁路的投诉和建议次数
		服务满意程度(A_{33})	客户对铁路企业的满意度

表3　TFC模型判断矩阵

Tab. 3　Current value judgment matrix

	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_{11}	1	1.67	2.5
A_{12}	0.6	1	2
A_{13}	0.4	0.5	1

表4　层次分析法结果

Tab. 4　Analytic hierarchy process results

	特征向量	权重值	最大特征值
A_{11}	1.481 359 335	0.49	3.009
A_{12}	0.979 093 777	0.33	
A_{13}	0.539 546 888	0.18	

矩阵维度可找到判断矩阵平均随机一致性指标。平均随机一致性指标表如表5所示。

表5　平均随机一致性指标表

Tab.5　Average random consistency indicators

n	1	2	3	4	5	6
RI值	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26

则可以计算出判断矩阵的随机一致性比率$CR=\frac{CI}{RI}=\frac{0.005}{0.52}=0.009\,6<1$，表明当前价值的判断矩阵满足一致性原则，可采用各指标权重系数。

则当前价值的计算公式为

$$N=aA_{11}'+bA_{12}'+cA_{13}' \tag{3}$$

式中：a，b，c分别为A_{11}，A_{12}，A_{13}指标的权重；A_{11}'，A_{12}'，A_{13}'分别为A_{11}，A_{12}，A_{13}标准化后的值。

利用min−max标准化方法把各指标值映射为[0，1]范围。标准化方法的计算如下。

$$A_{11}'=\frac{A_{11}-A_{11}^{\min}}{A_{11}^{\max}-A_{11}^{\min}} \tag{4}$$

$$A_{12}'=\frac{A_{12}-A_{12}^{\min}}{A_{12}^{\max}-A_{12}^{\min}} \tag{5}$$

$$A_{13}'=\frac{A_{13}-A_{13}^{\min}}{A_{13}^{\max}-A_{13}^{\min}} \tag{6}$$

式中：$A_{11}^{\max}$，$A_{11}^{\min}$分别表示客户群中A_{11}的最大值和最小值；$A_{12}^{\max}$，$A_{12}^{\min}$分别表示客户群中A_{12}的最大值和最小值；$A_{13}^{\max}$，$A_{13}^{\min}$分别表示客户群中A_{13}的最大值和最小值。

同样地，使用层次分析法计算客户的潜在价值P、忠诚度L和综合价值V，客户的综合价值计算为

$$V=mN+nP+sL \tag{7}$$

式中：V为客户的综合价值；m,n,s分别是当前价值N，潜在价值P和忠诚度L的权重。

客户价值的各指标权重如表6所示。

表6　客户价值的各指标权重

Tab. 6　Weight of various indicators of customer value

一级指标	权重	二级指标	权重
当前价值(N)	0.6	T(A_{11})	0.49
		F(A_{12})	0.33
		C(A_{13})	0.18
潜在价值(P)	0.2	运量增长量(A_{21})	0.33
		运费增长量(A_{22})	0.33
		客户影响力(A_{23})	0.34
忠诚度(L)	0.2	客龄(A_{31})	0.5
		投诉建议次数(A_{32})	0.25
		服务满意程度(A_{33})	0.25

1.2　基于K-means算法的客户细分模型

K-means算法是一种聚类分析算法，通过数据之间的距离划分类别。K-means算法旨在把数据集中的对象划分为k类，使不同类型对象之间的距离尽可能大，相似对象之间的距离尽可能小。K-means算法的步骤如下。

步骤1：首先随机选择k个对象作为初始的聚类中心，分别为C_1，C_2，……，C_j，……，C_k。

步骤2：计算数据集中每个对象v_i与k个聚类中心的距离，将其与最近的聚类中心归为1类，每个对象与其他对象之间的距离的公式如下。

$$d(v_i,c_j)=\sqrt{\sum_{k-1}^{m}|v_{ik}-C_{jk}|^2} \tag{8}$$

步骤3：重新计算每个类的聚类中心C_j。

步骤4：重复步骤2和步骤3，直到数据划分不再变化或者达到设置的聚类次数。

使用K-means聚类算法细分客户，将客户分为3类：高价值客户、中价值客户和低价值客户。

2　案例分析

以ZJJ车务段的10 000多条运单数据为例，对数据进行清洗和整理，去除其中的无效数据，得到计算铁路货运客户价值所需的总运量、发货频率、总运费和需求增长率的数据，其余数据由于较难获取，为方便分析，由作者参考相关资料设计部分数据。根据客户

价值指标评价体系，分别计算客户的当前价值、潜在价值和忠诚度，使用K-means算法细分客户群体。客户细分指标及分类结果如表7所示。

则该车务段的26名客户中，高价值客户有1名，为F客户，中价值客户有3名，分别为A客户、L客户和U客户，低价值客户有22名，客户分布呈现金字塔型。F客户综合价值最高，并且其当前价值在所有客户中也是最高的，部分中价值客户，如U客户，虽然当前价值不是很高，但其潜在价值和忠诚度与高价值客户基本相同，故被纳入中价值客户这一类别，而低价值客户在客户群中占比最大，虽然综合价值不高，但具有消费潜力，需要采取适当的措施维护这部分客户，防止其流失。

3　考虑客户细分的铁路货运营销策略建议

由于铁路货运企业营销资源有限，且不同等级客户为铁路货运企业带来的价值差距巨大，对不同等级客户采取相同程度的精准营销是不现实的。将客户细分之后，对高价值客户采取最大程度的精准营销策略，中价值客户和低价值客户的精准营销程度依次降低，可以以有限的资源获取最多的回报[12]。对各等级客户的营销策略如下。

表7　客户细分指标及分类结果

Tab.7　Customer segmentation indicators and classification results

客户名称	TFC值	潜在价值	忠诚度	综合价值	客户分类
A	0.400 566	0.345 006	0.076 562	0.324 653	中价值客户
B	0.000 456	0	0.056 487	0.011 571	低价值客户
C	0.053 268	0.165	0.151 251	0.095 211	低价值客户
D	0.113 045	0.231 763	0.098 711	0.133 922	低价值客户
E	0.001 141	0.165	0.064 33	0.046 55	低价值客户
F	1	0.335 663	0.137 171	0.694 567	高价值客户
G	0.006 332	0.165	0.161 203	0.069 04	低价值客户
H	0.002 259	0	0.127 952	0.026 946	低价值客户
I	0.011 713	0.165	0.124 535	0.064 935	低价值客户
J	0.011 249	0.165	0.153 213	0.070 392	低价值客户
K	0.079 873	0.156 834	0.114 844	0.102 259	低价值客户
L	0.238 323	0.363	0.129 721	0.241 538	中价值客户
M	0.115 632	0.165 75	0.095 397	0.121 609	低价值客户
N	0.005 985	0.165	0.045 851	0.045 761	低价值客户
O	0.005 497	0.154 125	0.153 914	0.064 906	低价值客户
P	0.000 714	0	0.071 503	0.014 729	低价值客户
Q	0.008 357	0.168 56	0.104 552	0.059 637	低价值客户
R	0.001 089	0	0.110 946	0.022 842	低价值客户
S	0.000 592	0	0.123 512	0.025 058	低价值客户
T	0.001 744	0.005 719	0.139 869	0.030 164	低价值客户
U	0.131 936	0.328 031	0.142 959	0.173 359	中价值客户
V	0.001 358	0	0.107 978	0.022 41	低价值客户
W	0.004 337	0.165	0.089 607	0.053 524	低价值客户
X	0.005 444	0.165	0.102 886	0.056 844	低价值客户
Y	0.019 11	0	0.081 87	0.027 84	低价值客户
Z	0.001 299	0	0.112 222	0.023 224	低价值客户

（1）对于高价值客户，要加强沟通，在多个方面保持良好的合作关系，形成利益共同体。一是开展深入交流沟通。派遣团队深入企业进行实地调查，与业务实际负责人对话讨论，采取措施解决客户运输需求的重点和难点，如铺设专用线、开行路企直通车、设置前置仓等；根据客户的需要为客户制定全程物流解决方案或让客户参与到物流方案的设计中，进一步深化合作，并最大限度满足客户的运输需求。二是加强信息数据合作。与高价值客户建立数据共享机制，增进业务相关生产和管理人员对业务进展的了解，减少各环节由于信息不畅通造成的延误，提高运输效率和运输过程的透明度，增强合作双方的信任。三是促进经济合作。与高价值客户签订长期的运输协议，优先提供运力保障，在合理范围内给予政策倾斜和价格优惠，通过提供一定的运价优惠、赠送附加服务等经济手段加强客户粘性，提高客户的忠诚度。四是推动技术合作。定期举行技术研讨会，探讨技术发展需求，合作开发新技术和新产品；推进技术人才交流，促进技术互鉴共进，共同推进企业现代化、数字化、信息化进程[13]。

（2）对于中价值客户，建立合作关系和沟通机制，提供多种渠道加强沟通互动，如在线客服、微信公众号、24小时热线等；及时捕捉和解决客户的问题，做好售后服务和沟通，指定专门客服人员对接客户各类需求，完善上门取货、仓储、装载搬运等服务；提供货物在途追踪服务，方便客户了解货物在途信息，包括位置、运输时间、货物是否损耗等；为运量达到一定数量的客户提供运价优惠，培养客户使用铁路运输的习惯。

（3）对于低价值客户，重点培养客户粘着度，按时按量完成运输协议规定的内容，定时处理和收集客户的反映，及时处理问题，做好售后服务，提高满意度和忠诚度；组织集中客户的零散货源发展班列、直达运输，或与第三方物流合作，拓展分销渠道，扩大货源吸引范围；在运输淡季适当进行运费下浮，吸引客户采用铁路运输货物。

4　结束语

铁路货运客户细分是铁路货运营销的重要内容，做好铁路客户细分，对铁路集中使用营销资源，实施个性化营销，提高铁路货运服务水平具有重要意义。通过构建客户价值评价体系，从当前价值、潜在价值和忠诚度3个角度对客户价值进行评价，全面评估客户在当下已经为铁路货运企业创造的价值以及未来创造价值的潜力，并将客户分为高价值客户、中价值客户和低价值客户3个等级，针对不同等级的客户采取不同等级的精准营销策略，从而实现营销资源的合理配置，巩固高价值客户，维护中价值客户，发展低价值客户，提高铁路货运市场份额，增加铁路货运竞争力。

参考文献：

[1] 贾倩新.铁路货运客户综合评价及资源优化配置[D].兰州：兰州交通大学，2023.

[2] 周　敏，肖艳杰.广铁集团货运客户关系管理对策探讨[J].铁道货运，2018，36(9)：11-14.
ZHOU Min，XIAO Yanjie. A Study on the Strategies of Freight Customer Relation Management[J]. Railway Freight Transport，2018，36(9)：11-14.

[3] ZEYBEK H. Customer Segmentation Strategy for Rail Freight Market：The Case of Turkish State Railways[J]. Research in Transportation Business & Management，2018，28：45-53.

[4] 李文婧.以客户价值为导向的铁路货运关系营销策略研究[D].大连：大连交通大学，2015.

[5] 刘明桦.铁路货运大数据平台下基于聚类的客户细分应用研究[D].北京：北京交通大学，2015.

[6] 张　斌，彭其渊.基于KFAV的中国铁路货运客户细分方法研究[J].交通运输系统工程与信息，2017，17(3)：235-242.
ZHANG Bin，PENG Qiyuan.Railway Freight Customer Segmentation Based on KFAV Model[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology，2017，17(3)：235-242.

[7] 林裕森.铁路集装箱货运营销数据分析系统设计与实现[D].成都：西南交通大学，2021.

[8] 韩彤童.面向客户细分的关联规则算法优化研究[D].哈尔滨：哈尔滨商业大学，2023.

[9] 杨　翌.铁路货运客户价值预测与潜在客户识别方法研究[D].北京：北京交通大学，2023.

[10] 霍　星.中国铁路95306网客户关系管理探讨[J].铁道货运，2020，38(7)：39-43.
HUO Xing.A Study on Customer Relationship Management of China Railway 95306.net[J].Railway Freight Transport，2020，38(7)：39-43.

[11] 陈　卓.基于数据挖掘的综合型CRM系统的研究与设计[D].北京：华北电力大学(北京)，2023.

[12] 郭　星，许旺土，任　冲.基于常旅客价值的高速铁路客户分类研究[J].铁道运输与经济，2022，44(6)：48-55.
GUO Xing，XU Wangtu，REN Chong. Customer Classification of High Speed Railway Based on Frequent Rail-Traveler Value[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(6)：48-55.

[13] 常　亮.提升兰州局集团公司货运服务质量对策探讨[J].铁道货运，2024，42(5)：18-23.
CHANG Liang. Countermeasures Exploration to Improve Cargo Service Quality of China Railway Lanzhou Group[J].Railway Freight Transport，2024，42(5)：18-23.

（责任编辑：刘宁馨）

Railway Freight Customer Segmentation Model Considering Customer Value

SONG Haitao[1], SUN Wenli[2], FENG Fenling[2]

(1. Guangzhou-Shenzhen Railway Logistics Center, China Railway Guangzhou Group Co., Ltd., Guangzhou 511400, Guangdong, China;
2. School of Traffic & Transportation Engineering, Central South University, Changsha 410075, Hu'nan, China)

Abstract: In order to adapt to the constantly growing demand for freight transportation and fierce market competition, as well as the transformation of railway freight transportation into modern logistics, railway freight transportation needs to improve customer relationship management, accurately segment customers, meet their diverse and rich needs, and thus enhance the competitiveness of railway freight transportation. By establishing a customer value indicator evaluation system, the value that customers can create for the enterprise was evaluated from three perspectives: current value, potential value, and loyalty. The analytic hierarchy process was used to determine the weights of each indicator, and then the K-means algorithm was used to segment customers into three categories: high-value customers, medium-value customers, and low-value customers. In terms of evaluating the current value of customers, by considering the emphasis on transportation volume in railway freight transportation, the traditional RFM model was improved, and a TFC model suitable for railway freight customers was proposed. Incorporating the tonnage of customers' goods into the segmentation method of customer value could more accurately identify high-value customers, which is beneficial for railway freight transportation to efficiently use marketing resources and improve marketing effectiveness.

Keywords: Railway Freight Marketing; Customer Value; Customer Segmentation; Analytic Hierarchy Process; K-means Algorithm

（上接第 24 页）

Railway and Highway Freight Rate Comparison for Modern Logistics Competition

CHEN Ya'na[1], XIAO Rui[2], HUANG Weiqing[2], LUO Ying[1], ZHANG Mengdi[1]

(1. Transportation & Economics Research Institute, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China;
2. Freight Transport Department, China State Railway Group Co., Ltd., Beijing 100844, China)

Abstract: The increasingly fierce competition in China's logistics market has brought huge challenges to railway freight operations. It is particularly important to better leverage the role of prices, establish reasonable mechanisms for railway and highway freight rate comparison, and guide the integrated development of different transportation modes. This article constructed a basic model for railway and highway freight rate comparison by calculating the total cost of railway and highway transportation under different distances. The research results indicate that in the future, the gap in basic freight rates between railway and highway freight will tend to narrow. Suggestions are put forward as follows: China should promote the rationalization of the railway and highway freight rate comparison under different competitive conditions and effectively reduce social logistics costs; railway transportation enterprises should fully leverage the role of market entities, improve the pricing system for end-to-end logistics services, and promote the healthy development of modern railway logistics systems.

Keywords: Modern Logistics; Economic Transportation Distance; Freight Rate Comparison; Railway Freight Transportation; Full Cost