

# 基于张量分解的电网营销策略匹配算法研究

张 禄<sup>1</sup>,李香龙<sup>1</sup>,朱 洁<sup>1</sup>,陆斯悦<sup>1</sup>,张宝群<sup>1</sup>,马龙飞<sup>1</sup>,陈少坤<sup>2</sup>

(1. 国网北京电力科学研究院,北京 100075;2. 北京恒华龙信数据科技有限公司,北京 100088)

## Research on matching algorithm of power grid marketing strategy based on tensor decomposition

ZHANG Lu<sup>1</sup>, LI Xianglong<sup>1</sup>, ZHU Jie<sup>1</sup>, LU Siyue<sup>1</sup>, ZHANG Baoqun<sup>1</sup>, MA Longfei<sup>1</sup>, CHEN Shaokun<sup>2</sup>

(1. State Grid Beijing Electric Power Research Institute, Beijing 100075, China;  
2. Beijing Ibdpower Technology Co., Ltd., Beijing 100088, China)

**摘要:**为了能够深入地探索电力客户特性,精确地掌握客户的服务需求,研究并制定了电力客户精细化营销策略,提升客户满意度。通过梳理精准营销研究理论,采用大数据挖掘技术分析客户的基本行为特性,构建一套符合满足客户特点和营销策略的客户属性指标体系,结合张量分解的多属性匹配算法,构建基于张量分解的多属性电力客户营销策略匹配模型,并以某电网公司1 096户商业客户进行了实例分析,结果对电网公司开展精细化管理工作和采取差异化服务措施具有重要的参考价值。

**关键词:**多属性特征;匹配算法;营销策略

**Abstract:** In order to deeply explore the characteristics of power customers and accurately grasp the customers' service needs, refined marketing strategies for power customers are studied and formulated to improve customers' satisfaction. By combing the precision marketing theories, big data mining technology is adopted to analyze the basic behavior characteristics of customers, and a customer attribute index system that meets customer characteristics and marketing strategies is built. With the multi-attribute matching algorithm of tensor decomposition, the marketing strategy matching model of multi-attribute power customers based on tensor decomposition is constructed. An example analysis is carried out with 1 096 commercial customers of a power grid company. The results have important reference value for the power grid companies to carry out refined management work and differentiated services.

**Key words:** multi-attribute characteristics; matching algorithm; marketing strategy

## 0 引言

随着我国市场经济的快速发展和电力体制改革的进一步深化,电力市场的整个格局将发生巨大的变化。打破国家在电力市场的垄断地位,大量售电企业逐渐参与到电力市场竞争中,导致电网企业的经济效益受到直接影响,传统的客户服务和营销管理策略不再满足当今的客户需求 and 现状,这对电网企业加强和推进电力营销工作改革提出了紧迫要求。在新的形势环境下,电网企业向数字型企业和服务型企业转型,原来标准化的电力营销模式不再适应当前的市场发展,研究如何在新形势下制定一套合适企业发展的营销策略<sup>[1]</sup>显得极其重要。同时,国家进一步提升对经济转型和结构化调整的发

展力度,电力客户对业务产品和营销服务方式的品质需求不断提高,并且逐渐趋向于高品质、差异化。因此,电网企业需要对电力客户的需求进行识别,制定一套电力客户精细化营销策略,提供个性化和差异化的精准服务,提升客户满意度和体验度,提高电网公司营销工作效率和质量。

电网公司对市场经济条件下的电力客户进行深度分析,为制定有差异化的服务和精细化营销策略打下基础,从而提升服务品质<sup>[2-5]</sup>。文献[6]提出了优化电网企业营销策略的措施,但没有结合实际业务,缺乏实用性。文献[7]叙述了基于大数据分析技术的精准营销的必要性,但执行力比较差。文献[8]采用深度学习算法分析用户基本行为特征,构造层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)、多项 Logistic 等模型,将所得结果进行定量分析,提出合理化建议。

为了能够深入地了解电力客户特性,精确地掌握客户需求,并在此基础上研究并制定电力客户精细

收稿日期:2020-02-20;修回日期:2020-09-25

基金项目:国家电网公司科技项目(520223170016)

This work is supported by Science and Technology Project of State Grid Corporation(No. 520223170016)

化营销策略,本文以某电网公司商业电力客户为对象,基于营销系统和95598系统,提出客户关键属性指标体系,结合张量分解的多属性匹配算法,构建基于张量分解的多属性电力客户营销策略匹配模型,并结合实际营销业务应用,对匹配结果进行评估优化,实现了电力用户和营销策略集的动态精准匹配。

## 1 基于张量分解的多属性客户营销策略匹配算法

为了实现电力客户与精准营销策略的实时精准动态匹配,本文基于张量分解的匹配算法<sup>[9]</sup>,结合互近似熵算法原理<sup>[10]</sup>,构建基于张量分解的多属性客户营销策略匹配算法,通过该算法将营销策略集匹配给该客户,获得客户的最佳匹配策略集,从而提升电力公司的精准化营销管理水平。

### 1.1 构建客户属性指标体系

依据对客户的用能需求及其特点的研究,为了更好地给用户提供更所需的差异化服务,结合客户细分结果和某电网公司客户标签提取9种关键属性,对商业电力客户进行营销策略匹配。属性分别是客户价值类型、客户固有类型、关注度、用电年限、用户性质、能耗类别、缴费方式、增值服务、推送服务,9种属性对应的编码为1—9。属性具体定义如表1所示。

表1 属性定义表

Table 1 Attribute definition table

属性名称	类型	范围	注释
客户价值类型	集合	1—8	根据客户价值分类
客户固有类型	集合	1—7	系统类型
关注度	数值	>0	客户近3年访问电力App、网站的平均次数
用电年限	数值	>0	客户在营销系统中统计的用电时长(以年表示)
用户性质	布尔型	0或1	企业客户表示为1,非企业客户表示为0
耗能类别	布尔型	0或1	高能耗客户表示为1,非高能耗客户表示为0
缴费方式	布尔型	0或1	电话缴费和营业厅缴费属于传统缴费方式表示为0,互联网缴费方式表示为1
增值服务	布尔型	0或1	客户需要增值服务表示为1,不需要增值服务表示为0
推送服务	布尔型	0或1	客户需要推送服务表示为1,不需要推送服务表示为0

对表1中的属性1和属性2注释的详细说明如下,并对所有属性进行了量化,用向量或矩阵表示。

客户价值类型:价值客户、负增长价值客户、潜力

客户、负增长潜力客户、一般客户、负增长一般客户、监管客户、负增长监管客户,记为1—8。量化形式为

$$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$$

客户固有类型:关键供电客户、特级重要客户、一级重要客户、二级重要客户、临时重要客户、政府客户、其他客户,记为1—7。量化形式为

$$M = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

对9种属性进行量化,形式如下

$$C_i = (C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{i9})$$

式中: $i$ 为客户编号, $C_{i1}$ 为客户价值类型, $C_{i2}$ 为客户固有类型, $C_{i3}$ 为关注度, $C_{i4}$ 为用电年限, $C_{i5}$ 为用户性质, $C_{i6}$ 为耗能类别, $C_{i7}$ 为缴费方式, $C_{i8}$ 为增值服务, $C_{i9}$ 为推送服务。

### 1.2 构建营销策略集

对电力客户定制的精细化营销策略集包括9种,分别为App服务、微信服务、主动上门业务代办、检修预约、能效诊断节能咨询、移动支付、优先服务团队配置、电价套餐、基础服务,对应的编码为1—9,具体含义如表2所示。

表2 营销策略集表

Table 2 Marketing strategy set table

策略	注释
App服务	推荐使用应用移动App、微信小程序
微信服务	客户星级评定提醒、余额不足提醒
主动上门业务代办	开展上门服务提供检修服务及充值缴费等业务办理
检修预约	提供定期上门检修、不定期检修的预约服务
能效诊断节能咨询	为客户提供能效诊断服务,针对客户现行用电情况提供节能咨询,提供用能对比、节能策略等增值服务
移动支付	支持客户通过缴费终端、二维码、移动App、网上商城等途径通过移动支付方式进行电费缴纳
优先服务团队配置	为优质客户优先提供资源,配置优秀的服务团队
电价套餐	为优质客户提供优惠电价套餐服务
基础服务	日常电费查询、缴费记录查询等

表1给出了每个营销策略的9种共有属性,表2列出了9种营销策略,用二维矩阵 $P$ 表示9种营销策略及其属性关系

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{19} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{29} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{91} & P_{92} & P_{93} & \dots & P_{99} \end{pmatrix}$$

式中:元素 $P_{jt}$ 第一个下标 $j(j=1,2,\dots,9)$ 为营销策略的9种服务,即App服务、微信服务、主动上门业务代办、检修预约、能效诊断节能咨询、移动支付、优先服务团队配置、电价套餐、基础服务;第二个下标 $t(t=1,2,\dots,9)$ 为营销策略服务对应的属性特征,即

客户类型、客户固有类型、关注度、用电年限、用户性质、能耗类别、缴费方式、增值服务、推送服务。

第  $j$  个营销策略的向量为

$$P_j = (P_{j1}, P_{j2}, \dots, P_{j9})$$

### 1.3 营销策略匹配规则

电力客户有多种属性特征,本文从客户众多属性中筛选出9种属性,与9种营销策略的属性进行匹配。以客户类型(电量、信用度、增长率)为主属性,权重赋予  $W$  ( $W > 1$ ),其他属性为辅助属性,权重赋予1,  $P_j$ =(客户价值类型集合(上述集合  $S$  的子集)、客户固有类型、关注度、用电年限、用户性质、能耗类别、缴费方式、增值服务、推送服务),对客户9个属性值与营销策略9个属性值通过相应的匹配规则进行一一匹配,如果成立  $m$  个(或者满足约定的与、或、非条件),则此策略适用客户。

由于不同的营销策略对应相同的属性列表,但是同一种属性在不同的营销策略中的重要程度不同,所以不同的营销策略的相同属性的取值是不同的。营销策略匹配规则如表3所示。

表3 策略属性匹配规则

Table 3 Policy attribute matching rule

策略名称	匹配规则	注释
App 服务	$P_1 = (S_1, M_1, 6, 1, 0, 0, 1, 0, 1)$	$S_1$ 为客户价值属性,取值为{1,2,3,4,5,6,7,8}; $M_1$ 为客户固有类型属性,取值为{1,5,6}
微信服务	$P_2 = (S_1, M_1, 12, 1, 0, 0, 1, 0, 1)$	$S_1$ 和 $M_1$ 的取值如上
主动上门业务代办	$P_3 = (S_2, M_2, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1)$	$S_2$ 为客户价值类型属性,取值为{1,2,3}; $M_2$ 为客户固有类型属性,取值为{1,2,3,4,5,6}
检修预约	$P_4 = (S_3, M_2, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1)$	$S_3$ 为客户价值类型属性,取值为{1,2,3,5}; $M_2$ 的取值如上
能效诊断节能咨询	$P_5 = (S_3, M_1, 1, 3, 1, 1, 1, 1, 1)$	$S_3$ 和 $M_1$ 的取值如上
移动支付	$P_6 = (S_1, M_1, 12, 0, 0, 0, 1, 1, 1)$	$S_1$ 和 $M_1$ 的取值如上
优先服务团队配置	$P_7 = (S_2, M_3, 4, 5, 1, 0, 1, 1, 1)$	$S_2$ 的取值如上, $M_3$ 为客户固有类型属性,取值为{1}
电价套餐	$P_8 = (S_3, M_2, 1, 1, 1, 0, 0, 01, 1)$	$S_3$ 和 $M_2$ 的取值如上
基础服务	$P_9 = (S_1, M_2, 0, 1, 0, 0, 0, 01, 01)$	$S_1$ 和 $M_2$ 的取值如上

其中,  $P_i$  的各元素含义为:第一个元素为客户价值类型的值;第二个元素为客户固有类型的值;第三个元素为关注度的值;第四个元素为用电年限的值;第五个元素为用户性质的值(1为企业用户,0为非企业用户);第六个元素为能耗类别的值(1为耗能企业,0为非耗能企业);第七个元素为缴费方式的值(1互联网缴费方式,0传统缴费方式);第八个元素

为增值服务的值(1需要,0不需要);第九个元素为推送服务的值(1需要,0不需要)。

### 1.4 基于张量分解的多属性营销策略匹配算法

匹配过程分5个步骤进行:第一,提取客户属性,构建客户属性指标体系;第二,基于客户属性和客户意愿构建营销策略;第三,营销策略矩阵按行提取向量,其向量属性元素与客户属性向量的对应元素进行逐一判断,通过矩阵循环计算每一个策略的分解指标,计算得分;第四,对所有策略与客户属性向量进行循环计算,判断是否将营销策略集合匹配给电力客户;第五,依据实际应用反馈对营销策略模型进行调优。匹配算法具体过程如下:

(1) 第一步:矩阵按行提取向量

$$P_j = (P_{j1}, P_{j2}, \dots, P_{j9}) \quad j = 1, 2, \dots, 9$$

(2) 第二步:向量  $C_i$  和  $P_j$  的相对应元素一一判断

$C_{i1} \cap P_{j1} \neq \emptyset$ , 则  $P_{j1}$  与  $C_{i1}$  相匹配,记  $Q_{j1} = 1 * W$ , 否则  $Q_{j1} = 0$ ;

$C_{i2} \cap P_{j2} \neq \emptyset$ , 则  $P_{j2}$  与  $C_{i2}$  相匹配,记  $Q_{j2} = 1$ , 否则  $Q_{j2} = 0$ ;

$q_3 = C_{i3} / P_{j3}$ , 且  $q_3 > 0.95$ , 则  $P_{j3}$  与  $C_{i3}$  相匹配,  $Q_{j3} = 1$ , 否则  $Q_{j3} = 0$ ;

$q_4 = C_{i4} / P_{j4}$ , 且  $q_4 \geq 1$ , 则  $P_{j4}$  与  $C_{i4}$  相匹配,  $Q_{j4} = 1$ , 否则  $Q_{j4} = 0$ ;

$C_{i5} = P_{j5}, \dots, C_{i9} = P_{j9}$ , 那么  $C_{i5}$  与  $P_{j5}, \dots, C_{i9}$  与  $P_{j9}$  相匹配,  $Q_{j5} = \dots = Q_{j9} = 1$ , 否则  $Q_{j5} = 0, \dots, Q_{j9} = 0$ ;

(3) 第三步:循环  $j = 1, 2, \dots, 9$ , 统计  $Q_j = Q_{j1} + \dots + Q_{j9}$ , 将  $Q_j > a$  ( $a$  是参数)对应的营销策略匹配给用户  $C_i$ , 匹配结果记为  $D_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{i9})$ , 其中  $d_{ij}$  是0或1的值。

该模型中参数  $a$  的最终取值,采用了综合专家评价方法、客户调研法、参数估计数学方法相结合的方式。结合客户对营销策略的需求意愿,使用参数估计法确定了  $a$  的参考值,同时在确定过程中与某地区的营销业务专家进行了3次沟通,充分参考了专家的经验值,最终确定了合理的参数值。同时  $q_3$  和  $q_4$  的取值范围根据实际业务情况而定。

(4) 第四步:循环  $i$ ,  $i$  为客户编号,重复步骤二和步骤三。将匹配结果  $D_i$  形成矩阵为

$$D = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{19} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{29} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{N1} & d_{N2} & \dots & d_{N9} \end{pmatrix}$$

每一行  $D_i$  为一个用户的匹配结果,匹配结果是由0或1组成的。

(5) 第五步:营销策略评估和调整。

客户匹配的营销策略需要根据实际效果和属性变化动态调整,定义营销策略评估效果值和评估周期为

$$H \in R^{K_1 \times K_2}$$

式中:  $K_1 = 12$  (4或1),为评估周期,即月(季度或年);  $K_2$ 为效果评估,  $K_2 = 5$ ,表示共有5种评估效果,即非常满意、满意、一般、不满意、非常不满意。

从  $H \in R^{K_1 \times K_2}$  提取向量  $H_m = (h_{m1}, h_{m2}, \dots, h_{m5})$  ( $m = 1, 2, 3$ ) 进行评估和调整:若  $h_{m4} = 1$  或  $h_{m5} = 1$ ,则调整各策略  $P$  规则,循环评估下次结果,直到  $h_{m4} = 0$  且  $h_{m5} = 0$ 。

## 2 算例分析

以某电网公司电压等级 35 kV 及以上的 185 户高电压商业客户和电压等级 10 kV 及以下的 911 户低电压商业电力客户为样本,分别用张量分解匹配算法和基于张量分解的多属性营销策略匹配算法对以上客户进行策略匹配。将张量分解匹配算法作为基准,从匹配结果对 2 种算法进行比较。

对于基于张量分解的多属性营销策略匹配算法,利用 2017 年全年的营销业务系统数据进行实例分析,结合专家评价方法和参数估计数学方法,得到参数  $a$  的取值为 10,  $W$  的取值为 5,然后采用基于营销策略匹配算法进行动态匹配,对每个客户分别匹配了营销策略集。

对于张量分解的匹配算法,根据用户特征与策略特征计算得到的匹配系数为用户匹配营销策略,结合业务经验和数据分析结果,当匹配系数大于 0.5 时,将策略匹配给用户。

下面选取了 3 个不同类型客户的营销策略匹配结果进行展示。将张量分解的匹配算法表示为匹配算法 1,基于张量分解的多属性营销策略匹配算法表示为匹配算法 2。

### (1) 某电子公司电力客户

对于某电子公司客户,该客户价值类型为负增长价值客户,客户固有类型为关键重要客户,客户近 3 年访问电力 App 平均次数为 6、网站的平均次数是 3、给客户经理打电话的平均次数是 2,用电时长大约为 3 年、属于企业用户、高耗能行业、通过互联网方式缴费、客户意愿不需要提供增值服务、需要提供推送服务。

结合客户属性表,根据业务情况对应的模型中各属性指标分别是客户价值类型为 2,客户固有类型为 1,关注度为 11,用电年限为 3,用户性质为 1,耗能类型为 1,缴费方式为 1,增值服务为 0,推送服

务为 1,故客户各属性对应的值为:  $C_1 = (\{2\}, \{1\}, 11, 3, 1, 1, 1, 0, 1)$ 。根据 2 种匹配算法分别计算得到的匹配结果如表 4 所示。

表 4 某电子公司的匹配结果

Table 4 Match results of an electronics company

营销策略	匹配算法 1	匹配算法 2
App 服务	0	1
微信服务	1	0
主动上门业务代办	0	0
检修预约	0	1
能效诊断节能咨询	1	1
移动支付	1	1
优先服务团队配置	0	1
电价套餐	0	1
基础服务	1	1

表 4 中,1 表示将营销策略匹配给用户,0 表示没有将营销策略匹配给用户。

### (2) 某药物公司电力客户

对于某药物公司客户,该客户价值类型为价值客户,客户固有类型为关键重要客户,客户近 3 年访问电力 App 平均次数为 7、网站的平均次数为 4、给客户经理打电话平均次数是 2,用电时长大约为 3 年、属于企业用户、高耗能行业、通过互联网缴费、客户意愿不需要提供增值服务、需要提供推送服务。

结合类型和客户属性,根据业务情况对应的模型中各属性指标分别是客户价值类型为 1,客户固有类型为 1,关注度为 13,用电年限为 3,用户性质为 1,耗能类型为 1,缴费方式为 1,增值服务为 0,推送服务为 1,故客户的各属性对应的值为:  $C_2 = (\{1\}, \{1\}, 13, 3, 1, 1, 1, 0, 1)$ 。根据 2 种匹配算法分别计算得到的匹配结果如表 5 所示。

表 5 某药物公司的匹配结果

Table 5 Match results of a drug company

营销策略	匹配算法 1	匹配算法 2
App 服务	0	1
微信服务	1	1
主动上门业务代办	0	0
检修预约	0	1
能效诊断节能咨询	1	1
移动支付	1	1
优先服务团队配置	0	1
电价套餐	0	1
基础服务	1	1

### (3) 某技术公司电力客户

对于某技术公司电力客户,该客户价值类型为一般客户,客户固有分类为关键重要客户,客户近 3 年访问电力 App 平均次数是 3、网站的平均次数是 1、用电时长大约为 1 年、属于企业用户、高耗能行业、通过互联网方式缴费、客户意愿不需要提供增

值服务、需要提供推送服务。

结合类型和客户属性,根据业务情况对应的模型中各属性指标分别是客户价值类型为5,客户固有类型为1,关注度为5,用电年限为1,用户性质为1,耗能类型为1,缴费方式为1,增值服务为0,推送服务为1,故客户的各属性对应的值为: $C_3 = \{5, \{1\}, 5, 1, 1, 1, 1, 0, 1\}$ 。根据2种匹配算法分别计算得到的匹配结果如表6所示。

表6 某技术公司的匹配结果

Table 6 Match results of a technology company

营销策略	匹配算法1	匹配算法2
App服务	0	0
微信服务	1	0
主动上门业务代办	1	0
检修预约	0	1
能效诊断节能咨询	1	0
移动支付	1	0
优先服务团队配置	0	1
电价套餐	0	1
基础服务	1	0

基于表4至表6,结合实际业务情况和理论分析,从匹配算法1和匹配算法2所得结果的角度看,匹配算法1的匹配效果更好,得到的匹配结果更加合理,更符合实际情况。

### 3 结束语

本文以电力公司营销现状和精准营销理论研究为基础,采用大数据分析技术,基于客户电力数据和95598数据,构建一套覆盖客户特点和营销策略的电力客户属性指标体系。在原有营销策略基础上,组建一套精细化营销策略集,借鉴基于张量分解的多属性匹配算法,建立基于张量分解的多属性电力客户营销策略匹配模型。以某电网公司电压等级35 kV及以上的185户高电压商业客户和电压等级10 kV及以下的911户低电压商业电力客户为样本,分别以张量分解匹配算法和基于张量分解的多属性营销策略匹配算法对客户进行营销策略匹配,为每位客户匹配了营销策略集,结果表明后者的匹配结果更合理,更符合实际业务情况。该研究模型和分析结果对电网公司营销开展精细化管理工作和差异化服务具有重要的参考价值。D

### 参考文献:

- [1] 陈广里. 新形势下供电企业电力市场营销策略研究[D]. 济南:山东大学,2017.  
CHEN Guangli. Research on marketing strategy of power

- supply enterprises in the new situation[D]. Jinan: Shandong University, 2017.
- [2] 王小鹏. 大数据技术在精准营销中的应用[J]. 信息技术,2014,8(6):21-26,32.  
WANG Xiaopeng. The application of big data technology in precision marketing[J]. Information and Communications Technology, 2014, 8(6):21-26, 32.
- [3] 刘娜,于文红. 电力企业如何借势大数据实现精准营销[J]. 现代营销(下旬刊),2015(11):78-79.  
LIU Na, YU Wenhong. How can power companies use the big data to achieve precise marketing[J]. Marketing Management Review, 2015(11):78-79.
- [4] 陈名. 供电企业电力营销策略研究[J]. 电力设备管理,2019(8):36-37.  
CHEN Ming. Research on power marketing strategy of power supply enterprises[J]. Electric Power Equipment Management, 2019(8):36-37.
- [5] 陈嘉昕,陈洋. 发电企业电力营销策略分析[J]. 中国管理信息化,2019,22(12):84-85.  
CHEN Jiaxin, CHEN Yang. Analysis of power marketing strategy for power generation enterprises[J]. China Management Informationization, 2019, 22(12):84-85.
- [6] 王东,巴衣尔,周炜. 电力体制改革背景下供电公司电力营销策略改进研究[J]. 科技经济导刊,2018,26(5):198.  
WANG Dong, BAYIER, ZHOU Wei. Research on improvement of power supply strategy of power supply company under the background of power system reform[J]. Technology and Economic Guide, 2018, 26(5):198.
- [7] 吴亮,陈琼,凌辉. 基于大数据分析的电网精准营销应用[J]. 电力需求侧管理,2016,18(1):37-39.  
WU Liang, CHEN Qiong, LING Hui. Power grid precision marketing application based on big data analysis[J]. Power Demand Side Management, 2016, 18(1):37-39.
- [8] 唐志晶,孙景浩,王执政,等. 基于大数据分析的精准营销[J]. 无线互联科技,2018,13:118-119.  
TANG Zhijing, SUN Jinghao, WANG Zhizheng, et al. Precision marketing based on big data analysis[J]. Wireless Internet Technology, 2018, 13:118-119.
- [9] 靳济榕. 基于张量分解的多属性匹配方法[D]. 武汉:华中科技大学,2017.  
JIN Jirong. Multi-attribute matching method based on tensor decomposition[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2017.
- [10] 李丹奇,史明明,袁晓东,等. 基于互近似熵的电压暂降波形匹配方法[J]. 电力工程技术,2019,4:124-130.  
LI Danqi, SHI Mingming, YUAN Xiaodong, et al. Voltage sag waveform matching method based on cross approximate entropy[J]. Electric Power Engineering Technology, 2019, 4:124-130.

### 作者简介:

张禄(1984),男,北京人,博士,研究方向为电动汽车数据分析与计算;  
李香龙(1980),男,河北保定人,硕士,研究方向为智能配用电技术。

(责任编辑 徐文红 赵雨昕)