

基于电力大数据的电力企业电费回收险预警模型

谭沛然¹ 任建婧¹ 杨天玥² 蔺占芳¹ 马俊方¹

1. 国网山西省电力公司营销服务中心; 2. 国网忻州供电公司计量中心

摘要: 常规的电费回收险预警模型以风险预测为主, 根据历史用电数据评价用户的用电信用, 并未对电力用户进行有效的风险等级约束, 导致预警的实用性下降。因此, 研究了基于电力大数据的电力企业电费回收险预警模型这一课题。基于电力大数据确定电费回收风险预警等级约束, 根据电费回收风险的内部外部因素, 提出相应的预警约束条件。优化电力企业电费回收风险预警指标权重, 更加精准地衡量各个回收风险因素的重要性, 确保最终的预警有效性。采用实例分析, 验证了该预警模型的实用性更高, 能够应用于实际生活中。

关键词: 电力大数据; 电力企业; 电费回收险; 预警模型

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.08.068

A warning model for electricity fee recovery insurance in power enterprises based on big data of electricity

Abstract: The conventional early warning model for electricity fee recovery insurance mainly focuses on risk prediction, and evaluates users' electricity credit based on historical electricity consumption data, without effectively constraining the risk level of electricity users, resulting in a decrease in the practicality of early warning. Therefore, the topic of early warning model for electricity fee recovery insurance in power enterprises based on big data of electricity was studied. Based on the big data of electricity, determine the warning level constraints for electricity fee recovery risks, and propose corresponding warning constraints based on the internal and external factors of electricity fee recovery risks. Optimize the weight of electricity fee recovery risk warning indicators for power enterprises, more accurately measure the importance of various recovery risk factors, and ensure the effectiveness of the final warning. By using case analysis, it was verified that the early warning model has higher practicality and can be applied in practical life.

Key words: Power big data; Electric power enterprises; Electricity recovery insurance; Early warning model

引言

智慧城市的建设正在如火如荼的展开, 对于提升城市竞争力具有重要作用。智慧电网作为智慧城市的重要组成部分, 电网建设、电费回收管理、电费回收风险预警, 也受到了广泛的关注。电力产品是一种典型的先用后付产品, 造成电能“赊销”的状况, 严重破坏了电力市场的交易顺序, 不利于电力企业的正常发展。只有电力用户按时缴纳电费, 才能有足有的资金确保企业的电力运转。而电力企业受到的拖欠电费问题, 则需要额外的人力物力解决, 增加了电力企业的运行负担。针对电费回收难的问题, 研究人员设计了多种回收预警模型。

其中, 基于多层次分析法和模糊综合评价法的电力企业电费回收险预警模型, 与基于客户用能数据分析的电力企业电费回收风险预警的应用较为广泛。基于多层次分析法和模糊综合评价法的电力企业电费回收险预警模型, 主要从多个层次分析电力用户的缴费情况, 再通

过模糊综合评价确定预警权重, 确保预警的有效性^[1]。基于客户用能数据分析的电力企业电费回收风险预警则是对数据内在变量进行深入挖掘, 利用权重加权算法构建电费回收风险预测模型, 确保预警有效性^[2]。以上两种模型均能够进行回收风险预警, 但是缺少相应的等级约束, 影响模型的实用性。因此, 本文结合电力大数据的优势, 构建了电力企业电费回收险预警模型。

一、电力企业电费回收险的电力大数据预警模型设计

(一) 基于电力大数据确定电费回收风险预警等级约束

在电费回收风险中, 存在内部、外部因素, 外部因素包括市场经济、社会等。从内部因素的角度来看, 抄表人员抄表不到位, 在审核、计算等环节出现差错, 导致用户少缴、不缴^[3]。由于此行为是企业内部因素, 令用户不缴时, 存在用户拒绝缴纳的问题。用户不能及时缴费, 企业无法实时催缴, 以致电费难以回收。新装用

户未及时归档,使用很长一段时间才开始抄表,用户一时难以接受大额电费,产生拒付问题。从经济因素的角度来看,夕阳产业、高能耗产业、面临破产的企业无法承担高额电费,造成了电费回收风险^[4]。从社会因素的角度来看,电价调整、相关部门的干预、电费保障资金制度的调整等方面,均存在拖缴电费的问题,加大的电力企业的风险等级。根据回收风险问题,本文将风险等级进行划分,如下表1所示。

表1 电费回收风险等级划分表

风险编号	风险等级	预警信号	风险防范
I	可接受风险	红色	安全状态
II	低风险	橙色	持续关注,引导降低风险
III	中风险	黄色	持续关注,引导降低风险,防止风险升级
IV	高风险	蓝色	考虑拉闸限电
V	特高风险	绿色	考虑断电、停止交易

如表1所示,本文结合电力大数据,将电费回收风险预警等级分成I、II、III、IV、V等5个等级,根据风险级别设定预警信号,增强电力企业的电费回收防范能力^[5]。本文以发生回收风险的概率预测作为预警等级约束,则预警模型的约束条件为:

$$y = \begin{cases} 1, & \text{Risk occurrence} \\ 0, & \text{Risk does not occur} \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中,y为预警模型因变量约束。当y=1时,电费回收风险发生;当y=0时,电费回收风险不发生^[6]。由此得到预警模型约束函数的曲线,如下图1所示。

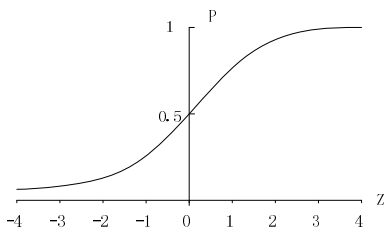


图1 Logisitc约束函数曲线图

如图1所示,P表示为回收风险发生的概率;Z表示为偏回归系数。电费回收风险发生的概率为P,则未发生的概率为1-P,P/1-P就是电费回收风险发生的胜算比^[7]。根据约束函数的曲线变化,对胜算比进行线性变换,得出:

$$\frac{P}{1-P} = \exp(\alpha + \sum_{j=1}^m x_j \beta_j) \quad (2)$$

式(2)中,α为常数项;x_j为第j类回收险;β_j为第j个偏回归系数。结合变量y与系数β_j,检验电力用户的历史用电数据,并采用电力大数据的最大似然估计,确定回收险出现的概率,更加精准地对电费回收进行预警。

(二) 优化电力企业电费回收风险预警指标权重

本文结合电力大数据,将电力企业电费回收风险预警分成多个层次,以目标、中间、准则为三个等级,层层递进地划分风险预警指标^[8]。预警指标权重判断矩阵表示为:

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix} \quad (3)$$

式(3)中,B为权重判断矩阵表达式;b₁₁、b₁₂、b_{1n}、b₂₁、b₂₂、b_{2n}、b_{m1}、b_{m2}、b_{mn}为特征向量。根据电力大数据的预警等级约束,对权重判断矩阵进行赋值处理,找出同等重要、稍重要、明显重要、强烈重要、极端重要等重要性等级。由此优化风险预警的指标权重,公式为:

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n b_{ij}} \quad (4)$$

式(4)中, w_i为风险预警的指标权重;b_{ij}为第i个特征向量与第j个特征向量的重要性。根据优化后的指标权重,确定回收险预警环境,最大程度上提升预警模型的应用有效性。

二、实例分析

(一) 项目概况

为了验证本文设计的预警模型是否具有预警效果,本文以X电力企业电费回收项目为例,对上述模型进行了实例分析。X电力企业属于直属供电企业,负责北部电网与南部电网两部分。其中,北部电网由m电厂直接供电,南部电网由两个500kV变电站共同供电。在经济条件下,X电力企业受到外部竞争的影响,电费损失持续增加。因此,企业开始应用电费回收险预警模式,深度评估电力用户的用电情况与信用情况,确保企业的经济效益。本文将基于电力大数据的电力企业电费回收险预警模型应用到X电力企业电费回收项目中,从项目分析启动、收集用户信息、确定风险与风险评估、制定预警机制等任务的角度出发,完成X电力企业电费回收项目的风险预警。根据电力用户的实际用电情况,对电费回收风险进行分析,如下图2所示。

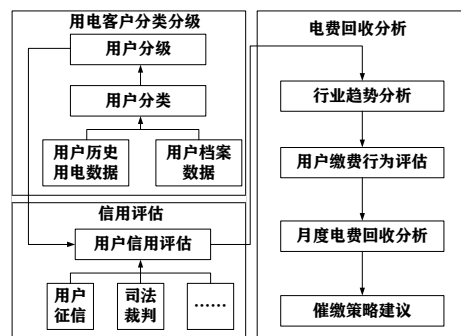


图2 电费回收风险分析流程图

如图2所示,本文将电费回收风险分成用电客户分类分级、信用评估、电费回收分析等三个部分,对用电客户进行精准地分析。在X电力企业电费回收项目启动之后,将用户近5年的用电数据输入到预警模型中。2018年,X电力企业电力用户数约为183168人,供电量约为1.469×10¹⁰kWh,最大负荷约为2340MW。2019年,X电力企业电力用户数约为197461人,供电量约为1.842×10¹⁰kWh,最大负荷约为2521MW。2020

年, X电力企业电力用户数约为203681人, 供电量约为 2.362×10^{10} kWh, 最大负荷约为2848MW。2021年, X电力企业电力用户数约为226452人, 供电量约为 2.584×10^{10} kWh, 最大负荷约为3012MW。2022年, X电力企业电力用户数约为244856人, 供电量约为 3.284×10^{10} kWh, 最大负荷约为3545MW。根据预测模型电力大数据分类收集能力, 将用户的信用等级、预警等级标记出来, 确保后续预警的准确性。

(二) 应用结果

在上述条件下, 本文随机选取了DL_1~DL_10等10个电力用户, 用户的信用等级在A~AAAAA不等, 电费回收险预警等级也随之在I~V的范围内变化。在其他条件均一致的情况, 将10个电力用户的实际欠费情况进行分析, 针对欠费与不欠费的用户进行电费回收险预警。使用本文设计的基于电力大数据的电力企业电费回收险预警模型进行预警, 应用结果如下表2所示。

表2 应用结果

电力用户名称	用户信用等级	电费回收险预警等级	欠费指标		本文设计的基于电力大数据的电力企业电费回收险预警模型的欠费指标	
			概率范围	实际欠费情况	概率	预警情况
DL_1	AA	IV	0.245~0.467	否	0.432	未
DL_2	A	V	0.766~0.989	欠	0.978	预
DL_3	AAA	IV	0.568~0.862	欠	0.853	预
DL_4	AAAA	II	0.136~0.432	否	0.148	未
DL_5	AAAAA	I	0.032~0.167	否	0.045	未
DL_6	AAA	IV	0.236~0.453	否	0.336	未
DL_7	AA	IV	0.555~0.824	欠	0.816	预
DL_8	AAAA	II	0.148~0.443	否	0.206	未
DL_9	AAA	IV	0.646~0.903	欠	0.898	预
DL_10	AAAA	II	0.348~0.482	否	0.423	未

如表2所示, 用户信用等级越高, 发生欠费的概率越低。其中, 用户的信用等级为AAAAA>AAAA>AAA>AA>A, 也就是说, AAAAA的等级较高, 不容易发生电费回收欠费风险; A的等级较低, 容易发生电费回收欠费风险。电费回收险预警等级为红(I)、橙(II)、黄(III)、绿(IV)、蓝(V), 其中, I<II<III<IV<V。也就是说, 电费回收险预警等级I时, 越不容易发生回收风险, 不需要做出预警; 电费回收险预警等级为V时, 越容易发生回收风险, 需要做出预警。

在电力企业电费回收预警的过程中, 欠费风险预警等级越高, 欠费概率越大。本文设定了一个欠费指标概率范围, 在此范围内, 即可确保预警准确性。使用本文设计的基于电力大数据的电力企业电费回收险预警模型之后, 欠费指标概率均在概率之内, 欠费指标低于0.5, 则不会出现欠费情况; 欠费指标高于0.8, 则会出现欠费情况。在DL_1~DL_10等10个电力用户中, 存在4个欠费用户, 欠费用户的欠费指标概率较高, 4个欠费用户均得到了回收预警, 可以确保电力企业电费回收险的预警效果, 符合本文研究目的。

结束语

近些年来, 电力企业更加注重企业管理内容, 在保障电费的收缴方面, 更是应用了相关保护条例, 确保电力市场的正常交易秩序。电力企业受到电力用户恶意拖欠电费、偷电、违章用电等行为的影响, 阻碍了企业的发展, 也对企业的运营造成了巨大的风险。为了确保电力企业的正常运行, 规避电费回收风险, 本文利用电力大数据, 构建了电力企业电费回收险预警模型。从等级约束、指标权重等方面, 将用户的欠费风险作出识别, 更好地为优质用户服务, 提升资源的配置效率。

参考文献

- [1] 刘远哲. 基于多层次分析法和模糊综合评价法的供电企业电费回收风险影响因素分析[J]. 中小企业管理与科技, 2022(03): 123-125.
 - [2] 马淑婧, 丁莺莺, 刘颖, 等. 基于营销大客户用能风险预警的设计与实现[J]. 通讯世界, 2022, 29(10): 82-84.
 - [3] 杨丽彬, 赵霞, 叶泽, 等. 区域电网两部制输电价格的科学设计与合理应用——基于两部制定价“产量扩大效应”的理论诠释[J]. 价格理论与实践, 2022(12): 8-12+65.
 - [4] 鲍成运, 杨震, 张建曙, 等. 基于“物联网+共享农灌用电”的乡村用电服务新模式探索与实践[J]. 农电管理, 2022(09): 28-30.
 - [5] 何铎, 刘柯岳. 为区域高质量发展保驾护航——记国网天津市电力公司城东供电分公司采集运维与电力保障班[J]. 当代电力文化, 2022(08): 86.
 - [6] 王旭, 柳惠波, 董绍君, 等. 供电企业基于营财业务深度融合的电费全过程风险管理体系[J]. 创新世界周刊, 2022(02): 26-34.
 - [7] 潘国兵, 龚明波, 贺氏, 等. 基于Stacking模型融合的专变用户电费回收风险识别方法[J]. 电力自动化设备, 2021, 41(01): 152-160.
 - [8] 钟慧玲. 谦虚质朴 默默奉献——记南网广西桂林供电局融合交流技能专家、共产党员陈敏贤[J]. 农村电工, 2021, 29(05): 26.
- 作者简介: 谭沛然1991.5, 男, 山西绛县, 汉, 研究生, 研究方向: 电力营销技术。