

贵州电力交易市场主体信用评级模型研究

王玉萍¹,刘磊¹,朱明¹,朱刚毅¹,李明莉¹,刘燕霞²

(1. 贵州电力交易中心有限责任公司,贵阳 550001;2. 东方金诚信用管理有限公司,北京 100035)

Research on credit rating model of players in Guizhou power trading market

WANG Yu-ping¹, LIU Lei¹, ZHU Ming¹, ZHU Gang-yi¹, LI Ming-li¹, LIU Yan-xia²

(1. Guizhou Electricity Power Trading Center Co., Ltd., Guiyang 550001, China;

2. Golden Credit Management Co., Ltd., Beijing 100035, China)

摘要:贵州电力交易中心对贵州省电力交易市场主体信用评级模型建设现状进行调研和分析,以售电企业和电力大用户为例,详细描述采用德尔菲法和层次分析法相结合的方式构建电力市场主体信用评级模型的具体方法、实施过程,分析其建设结果并提出相关建议等。

关键词:德尔菲法;层次分析法;电力交易市场主体;信用评级模型

Abstract: Guizhou Power Trading Center conducted a survey and analysis of the current status of the construction of the credit rating model of the power trading market in Guizhou Province. Taking the electricity sales enterprises and large electric power users as examples, the specific method and implementation process of constructing the credit rating model of the main body of the electricity market by using the combination of Delphi method and AHP are described in detail, and the construction results are analyzed and relevant suggestions are put forward.

Key words: Delphi method; AHP; electricity trading market players, credit rating model

中图分类号:F407.61 文献标志码:A

科学适用的信用评级模型是防范电力市场主体信用风险和交易违约损失的重要工具,电力市场主体信用评级模型包括评价指标、评分方式、评分标准、星级划分和等级修复机制等。为提高信用风险评估的准确性和科学性,贵州电力交易中心借鉴其他省份及其他行业的实践经验,采用科学适用的市场主体信用评级模型建模方法,结合专家经验,构建贵州电力交易市场主体信用评价指标体系,以提高对电力交易市场主体信用风险评价的准确性和有效性。本文基于“贵州电力市场化交易信用体系建设研究项目”研究成果,对贵州省电力交易市场主体信用评级模型构建的方法选择、构建过程、建模结果、应用建议等进行详细阐述与分析。

1 电力市场主体信用评级方法选择

对电力市场主体的信用风险进行科学评价既需要充分利用行业内专家的有效经验并将其意见转化为信用评价维度,也需要将专家对于不同评价指标重要程度的判断进行科学统计,这就需要选择和运用科学的调研方法与评级方法。鉴于贵州省电力市场主体信用评价模型的建模数据历史积累不足,现阶段难以支撑违约概率模型等自动化程度较高的评级模型的建模,且需要重新设计的评级指标较多,经研讨,决定采用专家打分卡方法构建信用评级模型。专家打分卡模型的构建综合使用了

层次分析法(AHP)和德尔菲法(Delphi)构建贵州电力交易市场主体信用评级模型,其中,层次分析法^[2]用于指标与权重的设计和修正,德尔菲法^[3]则用于评级指标的设计、调研和筛选。

2 评级模型的分类与评级指标的选取

根据贵州电力交易市场信用风险管理需要和市场主体特征,可将贵州电力交易市场主体信用评级模型首先划分为初始信用评级模型和已交易信用评级模型。初始信用评级模型适用对象为申请注册但尚未参加贵州省电力市场化交易的市场主体,用于在注册环节检查市场主体的信用状况;已交易市场主体信用评级模型适用于已在贵州电力交易中心参与电力市场化交易的市场主体,用于对其信用状况的实时评价与监督。在初始信用评级模型和已交易市场主体信用评级模型的框架下,又可根据市场主体的类型,分为发电企业、售电企业、电网企业、电力大用户和电力普通用户等5类初始信用评级模型和5类已交易信用评级模型。

在对贵州电力市场主体信用评级模型建设现状、市场主体特征、评级模型优化需求等进行充分调研了解的基础上,借鉴中电联电力市场主体信用评价评分规范和其他省份的电力行业信用评级经验,同时兼顾了指标的易得性,本研究采用层次分析法设计出电力市场信用评级指标,然后运用德尔菲调研法进行3次指标确认调研,最终形成了以定

收稿日期:2018-05-15;修回日期:2018-05-21

量指标为主、定性指标为辅的市场主体初始信用评级和已交易信用评级指标。电力市场主体信用评级指标按照层次可分为一级指标(*a*)、二级指标(*b*)和三级指标(*c*)。一级指标是电力市场主体信用等级;二级指标是对发电企业、售电企业、电网企业和电力用户信用等级有重要影响的定量与定性信息;三级指标是对二级指标有重要影响的因素,是对二级指标的细化。

下文将以已交易售电企业和已交易电力大用户的信用评级模型的构建过程为例,说明和分析贵州省电力交易市场主体信用评级模型的构建过程。根据以上指标设计原则,已交易售电企业和电力大用户的指标体系经过初步筛选主要包括以下内容。

(1) 售电企业信用评级一级指标即售电企业信用等级;二级指标包括企业基础信息、市场竞争力、经营管理能力、财务实力、信用记录;三级指标包括:①企业基础信息的三级指标:申报信息的完整性、申报信息的真实性、基础信息变更的及时性、企业资质、企业经营历史;②市场竞争力的三级指标:企业经营规模、售电公司市场占有率、售电区域、设备技术先进性;③经营管理能力的三级指标:人员结构、售电交易量占比、客户关系管理、增值服务多样性、计量、采集及结算的质量、供应商信用状况监督情况;④财务实力的三级指标:营业利润率、营业额增长率、营业利润增长率、资产负债率、流动比率、有效净资产(万元)、资产现金回收率、存货周转率、应收账款周转率;⑤信用记录的三级指标:市场承诺遵守情况、合同签订表现、月度合同电量履约率、总合同电量履约率、合同结算情况、价差电费交纳情况、交易手续费交纳情况、交易周期的持续性、调度管理情况、行政奖惩记录、信贷记录、社会贡献、员工权益保障、税费欠缴记录、其他司法判决记录。

(2) 电力大用户信用评级一级指标即电力大用户信用等级;二级指标包括企业基础信息、发展能力、财务实力、用电信用、交易及社会信用;三级指标包括:①企业基础信息的三级指标:申报信息的完整性、申报信息的真实性、基础信息变更的及时性、企业资质、企业经营历史;②发展能力的三级指标:获得行业奖励情况、企业经营收入在地区排名、市场占有率、市场占有率增量、销售区域、科技成果数量、研发投入率、企业总体发展规划情况人员结构;③财务实力的三级指标:营业利润率、营业额增长率、营业利润增长率、资产负债率、流动比率、有效净资产(万元)、资产现金回收率、总资产周转率、应收账款周转率;④用电信用的三级指标:安全保障能力、违章用电情况、危害电力设施记录、阻碍/扰乱电力生产建设秩序记录、窃电情况、欠费情况、年度电费缴纳率、调度合作记录、可中断负荷合同履

约率;⑤信用记录的三级指标:市场承诺遵守情况、合同签订表现、月度合同电量履约率、总合同电量履约率、交易费用缴纳情况、行政奖惩记录、信贷记录、社会贡献、员工权益保障、税费欠缴记录、其他司法判决记录。

3 电力市场主体信用评级指标权重的确定

根据 AHP 法,将上一步骤选取出的 3 级指标分别对应到层次结构模型的目标层、准则层和因素层,则形成了层次结构模型。然后针对各层次指标的权重,邀请专家进行权重判断,对同一层级的指标相对于上一级别指标的重要性进行两两比较,指标的重要程度用 1—9 标度法进行标识,从而构成判断矩阵。然后计算各指标的权重,进行判断矩阵的一致性校验,最终确定矩阵的权重向量。以已交易售电企业和已交易电力大用户为例,具体的实现步骤如下。

3.1 判断矩阵的构建

3.1.1 决策层判断矩阵的构建

影响决策层指标——售电企业信用等级(*a*₁)的准则层指标有:企业基础信息(*b*₁)、市场竞争力(*b*₂)、经营管理能力(*b*₃)、信用状况(*b*₄)和综合评价(*b*₅);电力大用户信用等级(*a*₂)的准则层指标有:企业基础信息(*d*₁)、发展能力(*d*₂)、财务实力(*d*₃)、用电信用(*d*₄)、交易及社会信用(*d*₅)。根据准则层 5 项指标相对于售电企业信用等级和电力大用户信用等级的重要性的两两比较结果,并进行归一化处理,形成的决策层判断矩阵如表 1、表 2 所示。

(1) 售电企业信用评价决策层判断矩阵

$$a_1 = (b_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

表 1 售电企业信用评价决策层指标判断矩阵

售电企业信用等级	企业基础信息	市场竞争力	经营管理能力	财务实力	信用记录	<i>W_i</i>
企业基础信息	1.000 0	1.453 8	1.338 3	0.436 2	0.348 9	0.115 2
市场竞争力	0.938 2	1.000 0	1.955 5	0.450 9	0.267 2	0.105 8
经营管理能力	1.377 4	0.842 9	1.000 0	0.423 9	0.274 9	0.094 3
财务实力	3.135 5	2.975 9	3.287 2	1.000 0	0.356 1	0.237 0
信用记录	4.352 5	4.280 3	4.362 5	3.356 6	1.000 0	0.447 8

注:一致性比例:0.073 7;对“售电企业信用等级”的权重:1.000 0; λ_{max}:4.973 0。

(2) 电力大用户信用评价决策层判断矩阵

a_2 = (d_ij)_{n \times n} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nn} \end{bmatrix}

表2 电力大用户信用评价决策层指标判断矩阵

电力大用户信用等级	企业基础信息	市场竞争力	经营管理能力	财务实力	信用记录	W _i
企业基础信息	1.000 0	0.918 7	0.608 6	0.423 7	0.287 8	0.088 9
市场竞争力	2.142 5	1.000 0	0.965 3	0.762 8	0.441 6	0.125 1
经营管理能力	1.971 5	1.375 0	1.000 0	0.777 9	0.263 7	0.119 8
财务实力	3.721 5	3.027 1	2.860 4	1.000 0	1.366 0	0.286 2
信用记录	4.361 8	2.695 2	4.528 5	2.707 6	1.000 0	0.380 0

注：一致性比例：0.094 0；对“电力大用户信用等级”的权重：1.000 0；λ_{max}：5.610 4。

3.1.2 准则层指标判断矩阵的构建

用上述方法同样可以得出准则层各指标的矩阵，以售电企业“企业基础信息(b₁)”和电力大用户“企业基础信息(d₁)”为例

b_1 = (c_ij)_{n \times n} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}

表3 售电企业信用评价准则层指标判断矩阵

企业基础信息	申报信息的完整性	申报信息的真实性	企业必备资质	其他资质认证	股东信息	企业经营历史	基础信息变更的及时性	W _i
申报信息的完整性	1.000 0	0.907 5	0.764 6	2.906 6	2.878 1	2.806 7	0.537 2	0.141 9
申报信息的真实性	2.063 7	1.000 0	1.531 7	2.388 9	1.564 7	2.663 9	0.513 6	0.171 8
企业必备资质	2.492 3	1.316 0	1.000 0	2.450 4	1.960 4	2.307 5	1.095 2	0.172 8
其他资质认证	0.940 2	1.121 7	0.521 6	1.000 0	0.726 2	1.413 5	0.395 3	0.068 8
股东信息	1.368 8	1.519 1	1.264 6	2.357 1	1.000 0	0.857 1	0.406 0	0.102 1
企业经营历史	1.372 9	1.382 4	0.950 2	2.269 3	1.428 6	1.000 0	0.459 5	0.109 3
基础信息变更的及时性	2.335 2	2.478 0	1.476 2	2.879 0	2.664 8	2.236 3	1.000 0	0.233 4

注：企业基础信息一致性比例：0.079 5；对“售电企业信用等级”的权重：0.115 2；λ_{max}：7.649 2。

表4 电力大用户信用评价准则层指标判断矩阵

企业基础信息	申报信息的完整性	申报信息的真实性	企业必备资质	其他资质认证	股东信息	企业经营历史	基础信息变更的及时性	W _i
申报信息的完整性	1.000 0	1.076 9	1.000 0	2.769 2	2.423 1	2.423 1	0.692 3	0.166 1
申报信息的真实性	0.961 5	1.000 0	1.102 6	1.307 7	2.615 4	2.615 4	1.615 4	0.173 2
企业必备资质	1.410 3	1.487 2	1.000 0	2.923 1	2.846 2	2.846 2	1.256 4	0.206 1
其他资质认证	0.438 4	0.897 4	0.346 1	1.000 0	0.910 3	0.910 3	1.025 6	0.094 9
股东信息	0.576 9	0.448 7	0.358 9	1.230 8	1.000 0	1.269 2	0.551 3	0.080 5
企业经营历史	0.576 9	0.448 7	0.358 9	1.230 8	1.320 5	1.000 0	0.551 3	0.077 8
基础信息变更的及时性	2.333 3	1.057 7	1.461 5	1.115 4	2.717 9	2.717 9	1.000 0	0.201 5

d_1 = (e_ij)_{n \times n} = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \cdots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \cdots & e_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ e_{n1} & e_{n2} & \cdots & e_{nn} \end{bmatrix}

b₁ 的判断矩阵如表3所示，同理，b₂、b₃、b₄、b₅等的判断矩阵也以同样的方式构建。

d₁ 的判断矩阵如表4所示，同理，d₂、d₃、d₄、d₅等的判断矩阵也以同样的方式构建。

3.2 计算各指标的权重并校验矩阵一致性

以目标层指标的权重为例，目标层指标权重 W_i 的计算及矩阵一致性的校验需要经过如下步骤。

(1) 计算特征向量 W 并做归一化处理

这一步骤需要采用方根法计算权重，然后将判断矩阵中每一行的指标相乘，并对每个乘积开 n 次方(式(1))，算出权重后，进行归一化处理(式(2))。

W_i^* = (\prod_{j=1}^n b_{ij})^{\frac{1}{n}}, i = 1, 2, \cdots, n

W_i = \frac{W_i^*}{\sum_{i=1}^n W_i^*}, i = 1, 2, \cdots, n

(2) 计算矩阵最大特征根

矩阵最大特征根是判断矩阵一致性的基本要素之一，其计算过程为：先求出判断矩阵中每列指标之和(公式(3))，在求和的基础上，按照公式(4)计算出矩阵的最大特征根

S_i = \sum_{i=1}^n b_{ij}

\lambda = \sum_{i=1}^n W_i^* S_i

(3) 进行矩阵一致性校验,确定权重向量
按照公式计算出判断矩阵的一致性指标 CI , 并对照平均随机一致性指标 RI , 对矩阵的一致性进行检验。检验指标为 CR , $CR = CI/RI$, 则一致性指标

$$CI = (\lambda_{\max} - n) \div (n - 1) \quad (5)$$

RI 的值与矩阵的阶数相关,如表 5 所示。检验指标以 0.1 为界,当 $CR < 0.1$ 时,则认为矩阵的一致性合格。在一致性通过检验的情况下,矩阵最大特征根所对应的特征向量即权重向量 $W = (W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$ 。

表 5 矩阵阶数与 RI 对应表

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41
阶数	9	10	11	12	13	14	15	
RI	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59	

3.3 售电企业与电力大用户各层级指标权重计算结果

通过上述计算过程,本研究得出目标层矩阵与准则层矩阵所对应的权重分别为:

(1) 准则层各指标相对于目标层指标的权重为

W (售电企业信用等级) = $(W_1, W_2, W_3, W_4, W_5) = (0.115\ 2, 0.105\ 8, 0.094\ 3, 0.237\ 0, 0.447\ 8)$, $CR = 0.073\ 9$, 权重之和为 1.00, $\lambda_{\max} = 5.331\ 2$ 。

W (电力大用户信用等级) = $(W_1, W_2, W_3, W_4, W_5) = (0.088\ 9, 0.125\ 1, 0.119\ 8, 0.286\ 2, 0.380\ 0)$, $CR = 0.050\ 4$, 权重之和为 1.00, $\lambda_{\max} = 5.271\ 0$ 。

(2) 因素层各指标相对于准则层指标的权重分别为

• 已交易售电企业因素层各指标对于准则层指标的权重:

w_1 (企业基础信息) = $(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14}, w_{15}) = (0.176\ 1, 0.206\ 0, 0.267\ 6, 0.207\ 0, 0.143\ 5)$, 权重之和为 1, $CR = 0.034\ 6$, $\lambda_{\max} = 5.155\ 0$ 。

w_2 (市场竞争力) = $(w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24}) = (0.176\ 3, 0.294\ 8, 0.287\ 1, 0.241\ 9)$, 权重之和为 1, $CR = 0.046\ 0$, $\lambda_{\max} = 4.122\ 7$ 。

w_3 (经营管理能力) = $(w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34}, w_{35}, w_{36}) = (0.110\ 8, 0.188\ 2, 0.163\ 2, 0.188\ 2, 0.164\ 8, 0.184\ 7)$, 权重之和为 1, $CR = 0.029\ 0$, $\lambda_{\max} = 6.182\ 8$ 。

w_4 (财务实力) = $(w_{41}, w_{42}, w_{43}, w_{44}, w_{45}, w_{46}, w_{47}, w_{48}, w_{49}) = (0.128\ 7, 0.119\ 1, 0.137\ 2, 0.094\ 8, 0.081\ 6, 0.167\ 2, 0.081\ 2, 0.101\ 4, 0.088\ 8)$, 权重之和为 1, $CR = 0.022\ 4$, $\lambda_{\max} = 9.262\ 2$ 。

w_5 (信用记录) = $(w_{51}, w_{52}, w_{53}, w_{54}, w_{55}, w_{56}, w_{57}, w_{58}, w_{59}, w_{510}, w_{511}, w_{512}, w_{513}, w_{514}, w_{515}) = (0.031\ 6,$

$0.036\ 5, 0.066\ 4, 0.029\ 3, 0.031\ 0, 0.074\ 4, 0.076\ 2, 0.071\ 3, 0.081\ 0, 0.080\ 9, 0.094\ 9, 0.071\ 6, 0.086\ 1, 0.050\ 3, 0.118\ 6)$, 权重之和为 1, $CR = 0.021\ 7$, $\lambda_{\max} = 15.482\ 0$ 。

• 已交易电力大用户因素层各指标对于准则层指标的权重

w_1 (企业基础信息) = $(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14}, w_{15}) = (0.201\ 2, 0.208\ 2, 0.241\ 2, 0.112\ 8, 0.236\ 5)$, 权重之和为 1, $CR = 0.016\ 7$, $\lambda_{\max} = 5.074\ 7$ 。

w_2 (发展能力) = $(w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24}, w_{25}, w_{26}, w_{27}, w_{28}, w_{29}) = (0.050\ 0, 0.104\ 4, 0.113\ 2, 0.112\ 1, 0.106\ 6, 0.101\ 4, 0.139\ 6, 0.165\ 3, 0.107\ 4)$, 权重之和为 1, $CR = 0.018\ 2$, $\lambda_{\max} = 9.212\ 2$ 。

w_3 (财务实力) = $(w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34}, w_{35}, w_{36}, w_{37}, w_{38}, w_{39}) = (0.102\ 9, 0.098\ 7, 0.135\ 6, 0.115\ 4, 0.119\ 5, 0.164\ 2, 0.089\ 9, 0.095\ 5, 0.078\ 2)$, 权重之和为 1, $CR = 0.028\ 3$, $\lambda_{\max} = 9.330\ 8$ 。

w_4 (用电信用) = $(w_{41}, w_{42}, w_{43}, w_{44}, w_{45}, w_{46}, w_{47}, w_{48}, w_{49}) = (0.078\ 3, 0.126\ 2, 0.126\ 7, 0.127\ 9, 0.121\ 8, 0.124\ 2, 0.127\ 4, 0.084\ 4, 0.083\ 0)$, 权重之和为 1, $CR = 0.000\ 6$, $\lambda_{\max} = 9.007\ 4$ 。

w_5 (交易及社会信用) = $(w_{51}, w_{52}, w_{53}, w_{54}, w_{55}, w_{56}, w_{57}, w_{58}, w_{59}, w_{510}, w_{511}) = (0.056\ 3, 0.057\ 0, 0.114\ 6, 0.058\ 6, 0.052\ 1, 0.083\ 8, 0.114\ 8, 0.110\ 3, 0.116\ 9, 0.117\ 3, 0.118\ 7)$, 权重之和为 1, $CR = 0.025\ 7$, $\lambda_{\max} = 11.390\ 1$ 。

4 电力市场主体信用评级指标赋值规则及评分标准

电力市场信用评级的满分为 100 分,因素层指标标准值设置范围为 0~100 分,按层次依次为 0, 20, 50, 80, 100, 当既定标准值无法准确匹配评分标准时,可采用介于上述数值之间的值作为标准值,即 10、30、40、60、70、90。电力市场主体信用评级总评分分值计算公式说明如下。

(1) 总评分分值 = Σ 二级指标评分分值,例如:售电企业评分总值 = “企业基础信息”评分分值 + “市场竞争力”评分分值 + “经营管理能力”评分分值 + “财务实力”评分分值 + “信用记录”。

(2) 二级指标评分分值 = Σ 三级指标评分分值,例如:“企业基础信息”指标评分分值 = “申报信息的真实性”评分分值 + “申报信息的完整性”评分分值 + “基础信息变更的及时性”评分分值 + “企业资质”评分分值 + “企业经营历史”评分分值。

(下转第 59 页)