

基于熵权和层次分析法的电力客户风险评估及其规避

冯义¹, 李洪东^{1,2}, 田廓¹, 熊浩¹, 张贯一¹

(1. 华北电力大学工商管理学院, 北京 102206; 2. 国家电网公司英大证券有限责任公司, 广东 深圳 518033)

摘要: 电力市场环境下, 电力客户的各种行为将直接或间接地导致企业风险的产生, 客户风险问题已经成为电力企业研究的焦点问题。针对国内仅仅开放了发电侧竞争这一电力市场现状, 剖析了电力客户在供电企业风险因素中所起到的作用, 建立了电力客户的风险指标体系。在此基础上建立了基于熵权的层次分析法的电力客户风险评估模型, 并进一步探讨了应用数据挖掘技术进行电力客户风险分析和防范措施。应用企业实际数据测算结果验证了客户风险指标体系及其评估模型的有效性和适用性。

关键词: 客户风险; 风险防范; 风险评估; 熵权; 层次分析法

Risk evaluation and avoidance of electric customers based on entropy weight and AHP

FENG Yi¹, LI Hong-dong^{1,2}, TIAN Kuo¹, XIONG Hao¹, ZHANG Guan-yi¹

(1. School of Business Administration, North China Electric Power University, Beijing 102206, China

2. Yingda Securities Company Ltd., State Grid Company, Shenzhen 518033, China)

Abstract: In the current electricity market environment, various actions of power customers will directly or indirectly lead to the emergence of these risks. Electricity enterprises attach great importance to the risk of power customers. In China, only electricity generation side is deregulated and opened now. In this paper, risk environment and risk factors facing by electricity retail enterprises are analyzed, and the role played by power customers in these risk factors is discussed. Power customers risk type and risk indicators are also summarized in this paper. A risk evaluation model of customer risk is established based on the AHP (Analytic Hierarchy Process) which uses the entropy method, and the risk analysis and risk avoidance measure which uses the technology of data mining are discussed. In the end, the validity and applicability of the risk indicators and evaluation model are validated using the practice data of electricity enterprise.

This project is supported by National Natural Science Foundation of China(No.70671041).

Key words: customer risk; risk avoidance; risk evaluation; entropy weight; AHP

中图分类号: TM73; F123.9

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)24-0066-05

0 引言

电力市场中供电表现为一种商业服务行为。一方面需要建立合理的客户服务质量体系, 为客户提供高效优质的服务, 另一方面, 也需要建立规范的制度和采用技术手段以解决客户服务过程中出现的各种不确定性问题^[1]。由于中国目前的电能销售主要还是“先消费, 后付费”的赊销方式, 电费的回收一直都是电力交易市场的难题之一; 同时, 电力客户违章用电和窃电、危害电力设施安全的事件在市场经济环境下都日益显现, 因负控、抄表不配合

等原因造成的客户纠纷也时有发生。目前, 以电费回收为核心的客户风险问题已成为供电企业研究的焦点问题。

目前该领域的研究主要集中在信用风险方面。已经从管理标准和技术实现等方面论证了建立电力客户信用评级体系的可行性^[2]。电力客户信用评测的模型和方法也得到了多种讨论和应用, 层次分析法、主成分分析法、模糊评测法等都在电力客户信用评级方面得到不同程度的研究与应用^[3,4], 部分研究进一步深入到客户信用评价系统的设计和应用方面^[5,6]。但信用风险只是客户风险的一个组成部分, 以上文献尚缺乏对电力客户风险的系统分析和识别。本文在上述研究的基础上, 从分析供电企业所

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70671041)

面临的风险环境入手, 对包括信用风险在内的客户风险进行了相对系统和全面的识别, 归纳出电力客户的风险要素, 建立了电力客户风险评测的指标体系, 并应用基于熵权的层次分析法对其进行了风险评估。应用实际数据测试结果表明, 本文建立的客户风险指标体系相对完善, 评估方法实用有效, 能够全面反映电力客户风险的综合水平。

1 电力客户风险的指标体系

1.1 供电企业的风险因素与客户的风险行为

中国目前的电力市场属于发电侧开放的电力市场模式^[7], 在这样的风险环境中, 供电企业面临

的风险因素可以归纳为以下几个主要方面: 市场运行风险, 以购售电价格为主要体现; 安全运行风险, 包括设备安全、人身安全、责任事故等; 财务风险; 公共关系风险, 包括政策风险、市场监管风险、法律纠纷风险等; 意外事件风险, 包括自然灾害和意外事故等^[8]。其中, 电力客户的部分行为将不同程度的导致上述风险因素的产生, 如表 1 所示。

理论上, 只要是电力客户的任何不确定性因素影响到了供电企业的价值波动, 就应该予以考虑。但影响到供电企业风险要素的电力客户的行为, 本身是复杂的、风险传递的, 同时对风险要素的影响也是相互关联和交叉的。

表 1 供电企业风险要素与电力客户风险行为的关联关系

Tab. 1 Relationship between risk element of enterprise and risk action of customer

风险因素	电力客户的风险行为
市场运行风险	DSM 响应机制导致客户因电价过高而采取迁移等行为
安全运行风险	客户违约用电或不安全用电等行为产生用电事故, 客户危害电力设施等
财务风险	客户经营能力导致拖欠电费, 客户恶意欠费, 客户的偷窃电行为等
公共关系风险	因追缴电费或者电力建设导致各种客户纠纷, 相关的社会舆论和宣传等
意外事件风险	因客户不合作等导致的各种突发事件

1.2 电力客户风险指标体系

基于客户风险行为的分析, 本文将供电企业的客户风险归纳为经营风险、信用风险、法律风险、安全风险和合作风险等类型, 并对每一种风险类型, 用当前供电企业相对易于获取的数据指标予以量化表现, 如图 1 所示。

电费上缴率、电费拖欠时间、预收电费率、违约金上缴率等等, 这些技术指标获取方便, 能够充分反映客户在电费缴纳方面的信用风险, 进一步的, 可以将这些指标细化为历史累计(三年以内)、本年累计、本年本月累计等三种数据变量, 以反映电力客户信用的发展趋势。电力企业可以通过调整元素之间权重的不同来度量不同时间区域内的客户风险, 例如设置的权重包含如下约束:

$W_{\text{本年本月累计}} > W_{\text{本年累计}} > W_{\text{历史累计}}$, 则计算所得的客户风险即偏重于近期风险。考虑到目前水、电、暖、气等社会公用型企业, 以及银行、通讯、保险等行业都在独立的对各自客户进行风险评估工作, 社会已经开始形成企业间的信用评估数据合作分享的趋势, 所以可以在客户风险评估中引入其他社会信用评价数据, 以强化客户信用风险度量的广泛性。

相对于企业的销售利润率、速动比率等指标而言, 企业的注册资金、资产负债率易于获取, 能够综合反映企业的经济实力和经营状况, 而企业的生产用电状况(即用电量变化, 用同期用电量增长比例表示)也能够间接反映企业经营状况的变化, 考

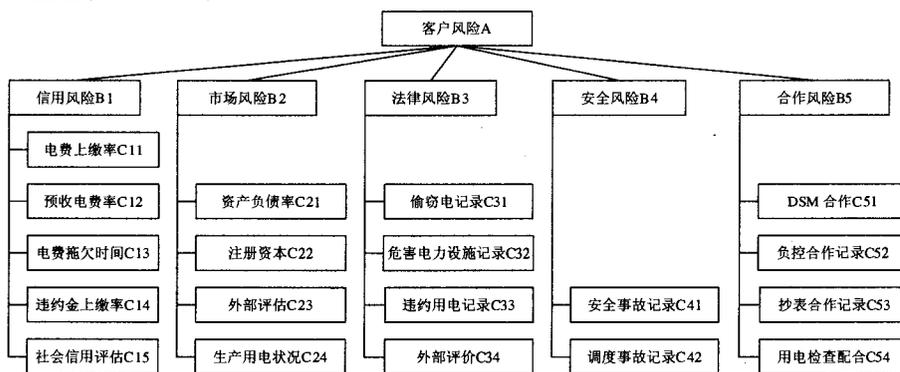


图 1 供电企业客户风险指标体系的层次结构示意图

Fig.1 Hierarchy of AHP for customer risk

虑到上述指标不能完全反映企业的经营状况,增加外部评价指标,以反映社会对企业经营状况的评价。基于同样的考虑,将外部评价纳入客户的法律风险指标中,另外可以根据客户的偷窃电记录、危害电力设施记录、违约用电记录等供电企业自身掌握的信息加以综合判别客户的法律风险。安全风险包括调度事故记录、安全事故记录等。需求侧管理的合作程度、负控配合程度、用电检查的配合程度、抄表的合作程度等可以综合反映客户的合作风险。

值得一提的是,和发达国家相比,我国第三方信用评估机构正处在发展的初期阶段,还不够专业和可信,所以目前阶段对供电企业而言,客户风险评估的重点是使用供电企业自身拥有的数据变量。随着社会的不断发展,会有更专业更适用的指标纳入到指标体系中。但在现阶段,供电企业应充分考虑指标的易获取程度和可操作程度。上述指标体系的建立体现了这一思想,这给供电企业的实际应用创造了良好的数据基础。另外需要补充的,作为层次的根节点的客户风险,是描述了损失的不确定性,所有的子节点的属性应该与这一描述相一致。

2 电力客户风险评价模型

2.1 层次分析法及应用

层次分析法(AHP)是一种定性和定量分析相结合的系统分析方法。AHP具有的递阶层次结构和相对标度度量的特点使它在电力综合评判领域得到广泛应用^[9,10]。采用递阶层次结构将目标问题相关的各种因素进行归纳分析与综合。通过对问题的逐步分解细化,按照专业领域和社会职能的不同,将专家经验引导入不同的层次中。问题分解的最低层的各种元素是可以明确获得和明确对比的电力客户风险的各个单项指标。以相对标度作为客户风险度量的测度。这个测度的最终结果是被选各个风险实体的优劣排序,从而回避了绝对量求取的困难。

值得提及的是,规则层内部各个节点的互反矩阵所表达的含意的是其下层节点因素的该层节点问题中的相对重要性。而规则层叶节点的互反矩阵则表示为若干客户风险实体在该叶节点对应指标下的实际测度。另外,由于将人的判断与数量结合起来,误差是肯定存在的。它反映了估计量结果与标度的不一致性,这一点可以通过对不一致性所造成结果的估计来加以解决。

2.2 熵权法及其应用

但仅仅采用层次分析法,在确定层次节点的权

重时,评价结果可能由于人为的主观因素形成偏差。熵权可以有效地弥补这一不足。熵是系统状态不确定性的一种度量,信息熵解决的是信息量的度量问题,即对不确定性的了解所需的信息量,可以用被消除不确定性的多少来表示。而作为权数的熵权,是在给定风险因素集和度量(评判)集后、各种评价指标确定的情况下,各指标在竞争意义上的相对激烈程度系数。若指标值的变异程度越大,信息熵值越小,该指标提供的信息量就越大,该指标的权重(熵权)就越大。应用熵权法能够尽量消除应用层次分析时各指标权重计算的人为干扰,使评价结果更符合实际。

根据各风险因素对度量集(评判)集中各指标的支持度 r_{ij} ,利用归一化的信息熵公式计算各因素的熵值:

$$e_i = -\frac{1}{L_n m} \sum_{j=1}^m r_{ij} L_n r_{ij} \quad (1)$$

其中: $i=1,2,\dots,n$; $j=1,2,\dots,m$; $L_n m$ 为当 r_{ij} 取值相等时的最大熵值。注意到熵值最大时对应的风险因素对风险评估贡献最小,所以用 $1-e_i$ 来衡量该因素的权值,并进一步应用归一化处理得到风险因素的评估熵权:

$$\bar{\delta} = \left\{ \frac{1-e_1}{n-\sum_{i=1}^n e_i}, \frac{1-e_2}{n-\sum_{i=1}^n e_i}, \dots, \frac{1-e_n}{n-\sum_{i=1}^n e_i} \right\} = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n) \quad (2)$$

2.3 评估模型的确定及步骤

风险的基本含义是损失的不确定性。为了度量这种不确定性,可以利用数理统计知识进行相对比较精确的计量^[7],也可采用专家评估的方法,具体的评估模型包括目前常用的层次分析法、模糊评测法等^[3,4]。基于直接计算客户风险的困难及上节的分析,本文采用基于熵权的层次分析法对电力客户风险进行度量,主要步骤如下:

(1) 电力客户风险识别,确定风险因素 r_i ,建立风险评估的指标体系;

(2) 应用层次分析法获得指标权重。专家对同一层次内的风险因素进行两两比较,构造比较判别矩阵 $A=(a_{ij})_{nm}$,计算比较判别矩阵的最大特征根 λ_{\max} 对应的特征向量 $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)$,并将特征向量归一化,得到各指标的权重向量 w 。

(3) 依据公式(1)及(2)应用熵权法获得指标熵权。

(4) 计算综合权重:

$$\bar{\lambda} = \left\{ \frac{w_1 \delta_1}{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i}, \frac{w_2 \delta_2}{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i}, \dots, \frac{w_n \delta_n}{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i} \right\} = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n), 0 \leq \lambda_i \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

(5) 计算评估结果。利用如下公式可得第 j 个电力客户的综合风险 A , 其中 λ_j 为综合权重,

$x_i^* = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ 为预处理之后的电力客户指标度量值

$$A = \sum_{i=1}^n \lambda_j x_i^* \times 100, j=1, 2, \dots, p \quad (3)$$

3 客户风险的分析与规避

在获得电力客户风险度量值的基础上, 可以结合数据挖掘技术和人工智能技术^[11,12], 对电力客户风险进行充分的风险分析、风险预测和风险规避。

3.1 风险客户的聚类分析

利用人工智能技术, 通过客户风险度量值或者风险指标值的聚类 and 判别, 进行风险客户的聚类分析。可以针对不同风险等级的客户采取不同的差异化服务措施。对高风险的客户, 应该进一步分析高风险的原因, 然后根据不同的原因采取不同的措施。如果是设备安全等因素导致风险较高, 应缩短设备维护周期, 及时维修和发现问题; 如果是客户信用导致风险较高, 应该根据具体的电费回收管理办法强化追缴电费的力度等等。对风险较低的优质客户, 应该提供有优先权的高质量的服务, 可以充分利用负控和调度等手段, 优先保证此类客户的供电。

3.2 风险的传递性及其敏感性分析

通过风险度量值中不同的指标成分对风险的影响, 分析导致风险高低变化的主要风险因素, 以便有针对性地采取具体措施降低客户风险; 通过对不同的风险指标之间的数据统计, 进一步挖掘风险的传递规律, 以便从风险的源头进行风险防范。

3.3 风险的多维角度分析

通过不同行业的电力客户风险度量值的变化, 进一步分析风险的行业特点。深入研究导致高风险的行业特点及原因, 充分利用国家的产业政策对其进行政策调整, 以规避或消除高风险行业对供电企业带来的风险。通过不同区域的电力客户其风险度量值的不同, 进一步分析区域风险的特点, 在分析造成区域风险的原因基础上, 提出有针对性的风险防范措施。举例如下, 部分区域的用电明显异常, 具备区域性偷窃电的特点, 供电公司则可以有针对性地安装用电监测设备, 对该区域进行重点监测。

通过不同季节不同时段电力客户风险度量值的特点, 可以进一步分析风险的时间特点, 以便在不同的季节或时间内, 对重点客户作出风险防范举措。

3.4 风险的趋势预测

通过分析客户在电力企业中相对的风险变化趋势, 可以了解该客户在企业风险中的作用变化情况, 并可进一步对电力客户进行风险预测, 实现对风险的事前管理功能。通过电力客户风险的趋势分析及预测, 果断采取措施, 对重点客户进行走访, 确认风险的根源, 变风险的事后处理为事前防范。

4 算例分析

以某供电公司 10 个电力用户的基本信息为依据, 根据本文所建立的供电企业客户风险指标体系对这 10 个电力用户进行综合风险评估。

(1) 电力用户指标体系决策矩阵

定量数据从各公司的财务报表中获得, 定性数据请专家进行打分。为了避免系统性错误, 请 5 位专家, 并设他们的重要程度相同。经过整理后决策矩阵的原始数据见表 2 (算例只考察本年本月客户的数据)。

表 2 供电企业客户风险指标体系决策矩阵

Tab.2 Decision matrix to customers' risk indicators system

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
C_{11}	0.93	0.78	0.88	0.74	0.93	0.85	0.95	0.9	0.96	0.87
C_{12}	0.83	0.87	0.93	0.84	0.9	0.78	0.9	0.75	0.95	0.91
C_{13}	0.96	0.73	0.86	0.93	0.83	0.86	0.96	0.93	0.96	0.8
C_{14}	1	1	0.85	1	1	0.75	1	1	1	1
C_{15}	78%	89%	91%	80%	93%	85%	95%	90%	97%	88%
C_{21}	0.6	0.34	0.55	0.45	0.72	0.3	0.48	0.76	0.28	0.57
C_{22}	0.13	0.18	0.11	0.09	0.05	0.14	0.08	0.07	0.12	0.03
C_{23}	77%	79%	88%	69%	89%	74%	84%	90%	76%	85%
C_{24}	80%	80%	90%	95%	85%	80%	75%	85%	90%	80%
C_{31}	0.3	0.2	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3
C_{32}	11%	3%	5%	7%	10%	15%	8%	4%	5%	4%
C_{33}	23%	23%	18%	11%	17%	7%	9%	13%	6%	8%
C_{34}	90%	90%	88%	85%	95%	90%	85%	78%	95%	90%
C_{41}	2%	6%	16%	2%	13%	8%	5%	9%	5%	11%
C_{42}	5%	3%	6%	3%	7%	6%	5%	3%	3%	1%
C_{51}	1	0.8	0.8	0.9	0.7	0.7	0.9	1	1	0.8
C_{52}	1	1	0.95	0.85	0.9	1	1	0.75	0.95	1
C_{53}	1	1	1	1	0.85	0.85	1	1	0.75	1
C_{54}	0.8	0.8	0.75	1	1	1	0.75	0.85	0.9	0.9

(2) 应用层次分析法获取指标权重

对上述所建立的 19 个指标应用层次分析法进行赋权。由 10 位专家对这 19 个指标进行集中调研

评分,构造得到比较判别矩阵 A_{ij} 。首先构造信用风险 B1 层次下 C11 至 C15 的比较判别矩阵,并计算出其相应的权重指标 w_1 。同理可以得到市场风险 B2、法律风险 B3、安全风险 B4 和合作风险 B5 的指标判别矩阵,得到相应指标权重 w_2, w_3, w_4, w_5 。再构造客户风险 A 层次下的 B1 至 B5 的比较判别矩阵,得权重 w 。以上所得的权重均通过一致性检验,可以作为合理权重使用。最后根据 $w_i \times w (i=1,2,3,4,5)$ 得到这 19 项指标的最终权重为 $w^*=(0.280, 0.094, 0.030, 0.058, 0.225, 0.084, 0.018, 0.008, 0.039, 0.018, 0.017, 0.014, 0.004, 0.041, 0.122, 0.020, 0.028, 0.068, 0.031)$ 。

(3) 应用熵权法获取指标权重

应用公式(1)和公式(2)可以求取应用熵权法得到的指标权重,即这 19 个指标的熵权为 $\delta=(0.035, 0.043, 0.035, 0.013, 0.037, 0.106, 0.088, 0.057, 0.050, 0.102, 0.064, 0.095, 0.036, 0.065, 0.046, 0.048, 0.023, 0.024, 0.034)$ 。

(4) 综合权重的获取

根据公式(3)可以得到供电企业客户风险指标综合权重,即 $\lambda=(0.182, 0.075, 0.020, 0.014, 0.153, 0.166, 0.029, 0.008, 0.037, 0.034, 0.020, 0.025, 0.003, 0.050, 0.104, 0.018, 0.012, 0.030, 0.020)$ 。

(5) 电力客户综合评估

将原始指标数据同向化(同向风险化,分值愈大风险愈大)和归一化之后,应用公式(5)可以得到供电企业客户综合风险的最终评估数值,即 $A=(22.3, 18.8, 19.2, 21.6, 23.3, 18.6, 16.4, 23.8, 11.6, 21.0)$ 。

根据上述结果可以得到这 10 个用户的综合风险排序,即

$$X_8 > X_5 > X_1 > X_4 > X_{10} > X_3 > X_2 > X_6 > X_7 > X_9。$$

该风险排序结果和企业实际状况相一致,证明了该方法的有效性。

5 结束语

鉴于供电企业的电力客户风险管理问题的研究现状,本文从分析供电企业风险环境收入,对电力客户风险进行了相对系统和全面的风险识别,并初步确定了相关的风险指标体系,给供电企业全面认识客户风险提供了研究基础。在风险识别的基础上,本文建立了基于熵权的层次分析法的客户风险评估模型。并进一步讨论了对客户风险进行聚类分析、敏感性分析、多维角度分析以及趋势分析及预测等

分析方法和手段,以及相应的风险防范措施和建议。应用实际数据测试,其结果表明,本文建立的风险指标体系和风险评估模型是有效和适用的。

参考文献

- [1] 赵金峰.电网公司风险管理与电力市场化改革[J].现代电力,2004,21(3):102-106.
ZHAO Jin-feng. Strengthen the Risk Management of Grid Company to Push the Power Market Reform[J]. Modern Electric Power, 2004, 21 (3) :102-106.
- [2] 王玲.论建立客户信用评级体系的可行性[J].黑龙江电力,2006,28(3):169-171.
WANG Ling. Discussion About the Feasibility of Setting Up Aclient's Credit Grading System[J]. Heilongjiang Electric Power, 2006, 28 (3) :169-171.
- [3] 周辉,王毅,钮文洁,等.电力企业客户信用综合评价的研究[J].电力自动化设备,2005,25(12):15-18.
ZHOU Hui, WANG Yi, NIU Wen-jie, et al. Study of Synthetic Credit Evaluation of Power Clients [J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25 (12) :15-18.
- [4] 杨淑霞,吕世森,乔艳芬.用电客户信用的主客观评价及分析[J].中国电力,2005,38(6):1-4.
YANG Shu-xia, LU Shi-sen, QIAO Yan-fen. Subjective and Objective Credit Evaluation on Electricity Customers and its Analysis[J]. Heilongjiang Electric Power, 2006, 28 (3) :1-4.
- [5] 谷林峰,余虎,王路,等.客户交纳电费信用与风险等级评价系统[J].长沙电力学院学报,2005,20(2):42-44.
GU Lin-feng, YU Hu, WANG Lu, et al. Credit and Risk Rank System for Consumer Paying Electric Power Charges[J]. Electric Power, 2005, 20 (2) :42-44.
- [6] 马梦轩,苑津莎.基于 PB 的电力客户信用风险管理系统设计[J].继电器,2006,34(20):44-46.
MA Meng-xuan, YUAN Jin-sha. Design of a Electricity Customers Credit Risk Management System Based on PB[J]. Relay, 2006, 34 (20) :44-46.
- [7] 曾鸣.电力市场理论及应用[M].北京:中国电力出版社,2000
ZENG Ming. Theory and Application of Electric Market[M]. Beijing: China Electric Power Pteess, 2000.
- [8] 韩金山,谭忠富,刘严.电力零售企业风险的解释结构模型研究[J].电网技术,2005,29(8):14-19.
HAN Jin-shan, TAN Zhong-fu, LIU Yan. Research on Interpretative Structure Modeling for Risks of Electricity Retailmarket[J]. Power System Technology, 2005,29(8): 14-19.
- [9] 肖峻,王成山,周敏.基于区间层次分析法的城市电网规划综合评判决策[J].中国电机工程学报,2004,24(4):50-57.

(下转第 73 页 continued on page 73)

4 防范措施

事故发生后,保护厂家立即对广东电网现有运行的版本为 RCS978G53.00 版的主变保护调试档案进行排查,经核实除该#3 变 2 套保护装置外,系统中其它 13 套保护装置均未存在类似隐患。为配合《中国南方电网 500 kV 系统零序后备反时限方案》以及《广东电网变压器保护配置及组屏原则(试行)》的实施,广东中调继保部下发了《关于对 500kV RCS-978 主变保护版本统一的通知》(广电调继【2006】4 号文),按照此文要求广东电网还有 13 套该公司的变压器保护程序需要升级到 RCS978G53.00 版,为防止以后工作中出现类似的问题,现提出如下反措要求:

1) 要求保护厂家加强对其现场技术支持人员的技术培训,只有在技术支持人员对工作内容熟知以及操作步骤熟练后,才能派到现场进行技术服务。

2) 现场保护应把好升级试验验收关,在厂家进行保护升级或新设备投运时,要求厂家应对每个定值区必须下载一次典型定值,并进行严格的试验,投运前应核对打印定值单中各侧零差平衡系数是否正确。

3) 各运行单位应对已经升级程序的保护装置进行再核对,对每个定值区打印一份定值单,察看打印定值中的各侧零差平衡系数,察看 I 侧 2 支路和 II 侧 2 支路的零差平衡系数是否为零,并作为定值档案的一部分进行管理,以确保运行安全。

4) 严防继电保护“三误”操作,加强对保护装置定期检查工作。

5 结束语

本文采用文字、图形相结合的形式,针对该主变零差保护因保护厂家将变低侧零差平衡系数设置错误造成一起保护误动原因分析,提出一些防范措施、方法,希望能对相关继电保护工作人员提供一点参考。只要深入了解保护特性,熟悉保护基本原理,分析保护中存在不足地方,及时采取有效的措施,做好相应保护设备的维护工作,才能保证和提高电力设备的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型事故分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
State power Dispatch Communication Center of China. Typical Fault Analysis of power System Relay Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
Tate Power Dispatch Communication Center of China. The Applied Technology of Power System Relay Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.

收稿日期: 2007-06-02; 修回日期: 2007-07-02

作者简介:

詹勤辉(1972-)男, 硕士, 工程师, 主要从事安全与技术主管工作; E-mail: zhanqinhui@tom.com

王世祥(1970-)男, 大学本科, 工程师, 主要从事继电保护维护工作;

张胜宝(1972-)男, 硕士, 工程师, 主要从事继电保护主管工作。

(上接第 70 页 continued from page 70)

- XIAO Jun, WANG Cheng-shan, ZHOU Min. Aniahp-based Madm Method in Urban Power System Planning[J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24 (4): 50-57.
- [10] 田玲. 基于层次分析法的构电方案模糊综合评价探讨[J]. 电网技术, 2005, 29 (7): 23-64.
TIAN Ling. Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation of Electric Energy Purchasing Scheme based on Analytic Hierarchy Process[J]. Power System Technology, 2005, 29 (7): 23-64.
- [11] 孙泳, 刘少辉, 史忠植. 数据仓库中多维分析的数据展现[J]. 计算机工程与应用, 2004, (4): 174-177.
SUN Yong, LIU Shao-hui, SHI Zhong-zhi. Data Exhibition of Multidimensional Analysis in Data Warehouse[J]. Computer Engineering and Applications,

2004, (4): 174-177.

- [12] 左子叶, 朱扬勇. 基于数据挖掘聚类技术的信用评分评级[J]. 计算机应用与软件, 2004, 21(4): 1-3.
ZUO Zi-ye, ZHU Yang-yong. Credit Scoring and Rating Based on Clustering Technology of Data Mining[J]. Computer Application and Software, 2004, 21 (4): 1-3.

收稿日期: 2007-05-12

作者简介:

冯义(1973-), 男, 博士研究生, 主要从事电力市场、电力经济与信息技术等方向的研究工作; E-mail: Aeolusfengyi@163.com

李洪东(1972-), 男, 博士研究生, 主要从事电力市场、能源经济与金融领域等方向的研究工作;

田廓(1984-), 男, 硕士研究生, 主要从事电力市场、电力投资评价等方向的研究工作。