

电力市场环境下供电服务质量内部评价体系研究

曾鸣, 周文瑜, 张怡

(华北电力大学工商管理学院, 北京 102206)

摘要: 内部评价是供电服务质量综合评价体系中的重要组成部分, 以供电服务项目为基础, 构建了一套涵盖电力客户服务各业务流程的服务质量内部评价指标体系。另外, 为解决专家对指标赋权的不确定性, 基于层次分析法和三角模糊数原理, 利用改进的模糊层次分析法建立了指标权重的确定模型; 最后对内部评价做了算例分析, 验证了评价方法的有效性。

关键词: 供电企业; 内部评价; 模糊层次分析法; 指标基准

Internal evaluation index systems of service quality of power supply in power market

ZENG Ming, ZHOU Wen-yu, ZHANG Yi

(North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Internal evaluation is an important part of power supply services quality evaluation system. In this paper, an index system of services quality internal evaluation which covers all kinds of the electricity services business process is designed. Also, in order to solve the uncertainty of empowering the indexes, a model of how to weigh the indexes based on the Analytic Hierarchy Process and Triangular Fuzzy Number Principle is established with the FAHP model. Finally, an example analysis is done to prove the effectiveness of the method.

Key words: power supply enterprise; internal evaluation; FAHP; index reference

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)08-0042-05

0 引言

有效地对供电服务质量水平进行评价是供电企业改进服务质量的重要前提^[1,2]。供电企业要了解其服务质量水平, 毫无疑问要借助供电服务质量外部评价, 即客户满意度测评来实现^[3]。供电服务质量的外部评价是由客户给出的, 通常是客户根据自己对服务质量结果的主观感受程度来评定。但是供电企业提供服务的过程是决定服务质量水平的基本前提, 为了保证评价结果的全面性和客观性, 供电企业自身对其提供的过程也应该作相应的评价, 因此供电公司应该建立一套内部评价体系。内部评价的作用是对服务过程中的各个环节进行评价, 发现具体流程中存在的服务瓶颈, 从而诊断出企业在提高供电服务过程中存在的问题, 有针对性地进行改进, 从而使供电企业获得利润, 保持可持续发展^[4,5]。

1 供电服务质量内部评价指标体系的构建

1.1 指标体系建立的原则

供电服务质量内部评价要以供电服务的全过程

为研究主线, 通过对供电服务业务分类以及对服务业务流程的剖析, 研究服务承诺, 找到考核点, 为了保证指标结果的客观性, 主要是从定量的角度提出内部评价指标, 然后设定考核标准, 建立内部评价体系, 实现供电服务质量的内部评价。其评价指标的建立需要遵循以下原则:

(1) 实用性。指标的设计要从供电企业的实际情况出发, 要符合实际需要。通过指标体系的构建, 可以使供电企业自身对服务质量进行有效的评价, 为供电企业服务质量改进措施提供依据。

(2) 客观性。内部评价指标体系应尽可能地数量化, 尽可能地利用现有统计数据和现有系统中的记录, 客观地对服务质量进行评价。

(3) 唯一性。设计的指标不能有异意, 每个指标应概念明确, 数量界限清晰。数据的解释和运用也只能是唯一性的, 不含糊的, 从而使指标具有准确性。

(4) 层次性。供电服务的内容是比较丰富的, 所以在设定指标时需力求各项指标及权重能从不同层次上反映供电服务质量。

1.2 指标体系的构建

遵循上述的原则,对供电服务的主要业务流程进行剖析,考虑到指标值的可获得程度,从时限和效果两个角度建立供电企业服务质量内部评价的指标体系。具体指标见表1。

表1 供电服务质量内部评价指标体系

Tab.1 Internal evaluation index systems of power supply

一级指标	二级指标	三级指标
供电企业 服务 质量内部 评价 指标体系	业扩报装 D1	低压供电方案答复时间 D11
		高压供电方案答复时间 D12
		供电合同签订率 D13
		居民用户装表接电时间 D14
		非居民用户装表接电时间 D15
		报装接电率 D16
	抄表收费 D2	居民抄表实抄率 D21
		非居民抄表实抄率 D22
		抄表差错率 D23
		电费计算差错率 D24
		电费计算差错量 D25
	用电检查 D3	用电检查处理结果客户满意率 D31
		督促整改时间 D32
		违约用电欠费停电提前通知时间 D33
	电能计量 D4	电能计量故障率 D41
		电能计量故障处理率 D42
		电能计量差错率 D43
		电能计量差错电量 D44
	故障抢修 D5	城区到事故现场时间 D51
		农村到事故现场时间 D52
		边远地区到事故现场时间 D53
		故障抢修结果客户满意率 D54
	电话业务 D6	95598 报修投诉电话回访率 D61
		95598 电话三声铃响接通率 D62
		95598 电话平均应答速度 D63
	投诉举报 D7	投诉处理时间 D71
		举报处理时间 D72
		投诉回访率 D73
		投诉处理结果的客户满意率 D74
	供电质量 D8	城市电压合格率 D81
		农村电压合格率 D82
		城市供电可靠率 D83
		农村供电可靠率 D84
平均停电时间 D85		
停送电服务 D9	计划停电提前通知时间 D91	
	临时停电提前通知时间 D92	
	故障消除后恢复供电时间 D93	

2 内部评价指标权重的确定

传统的层次分析法采用1~9标度法,通过评价指标之间的两两比较,得出判断矩阵,得到明确的量化结论,但用一个确定的数来进行判断不能反映

思维的模糊性,需引入三角模糊数解决专家判断指标重要程度时的不确定性问题。本文结合层次分析法和三角模糊数原理,用改进的模糊层次分析法确定内部评价指标的权重^[7,8]。

2.1 三角模糊数的定义和计算法则

记 $F(R)$ 为 R 上的全体模糊数,设 $R \in F(R)$,如果:

(1) R 的隶属函数 μ_R 可以表示为:

$$\mu_R(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} - \frac{l}{m-l}, & x \in [l, m] \\ \frac{x-p}{m-p} - \frac{p}{m-p}, & x \in [m, p] \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

(2) 存在 $x_0 \in R$, 使得 $\mu_R(x_0) = 1$

(3) 对任意的 $\lambda \in (0,1)$, $R_\lambda = \{x | \mu_R(x) \geq \lambda\}$

是一个凸集。

则称 R 为三角模糊数。

一般的三角模糊数可以记为 $R = (l, m, p)$ 。在三角模糊数中, l, p 表示判断的模糊程度。 $p-l$ 越大表示模糊程度越高,反之模糊程度越低。

设 $R_1 = (l_1, m_1, p_1)$, $R_2 = (l_2, m_2, p_2)$ 分别表示为三角模糊数, 则满足以下的运算法则:

(1) $R_1 \oplus R_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, p_1 + p_2)$

(2) $R_1 \otimes R_2 = (l_1 l_2, m_1 m_2, p_1 p_2)$

(3) $\lambda R_1 = (\lambda l_1, \lambda m_1, \lambda p_1)$

(4) $1/R_1 = (1/p_1, 1/m_1, 1/l_1)$

2.2 改进的模糊数层次法求权重

(1) 用三角模糊数构造指标重要程度比较的模糊判断矩阵

判断矩阵是指在指标体系中,针对上一层某个元素来讲,本层与之相连的有关元素之间的相对重要性比较。

元素之间进行两两比较时,采用三角模糊数定量表示,构造模糊判断矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$,其中元素 $r_{ij} = (u_{ij}, m_{ij}, p_{ij})$ 。 r_{ij} 表示本层指标 i 比 j 的相对重要程度,可以采用常见的1~9标度法表示。则有 $l_{ji} = 1/l_{ij}$, $m_{ji} = 1/m_{ij}$, $p_{ji} = 1/p_{ij}$ 。与普通判断矩阵的根本区别在于,模糊判断矩阵对每个指标都有一个模糊判断区间 $e_{ij} = p_{ij} - l_{ij}$ 。该区间反映了专

家评判结果的可信度，从某种意义上也可以理解为数理统计中的“置信区间”。 e_{ij} 越大，可信度越小。

(2) 计算综合三角模糊矩阵

设有 s 个专家进行判断，根据公式

$$m_{ij} = \frac{1}{s} \otimes (r_{ij}^1 + r_{ij}^2 + \dots + r_{ij}^s)$$

求得综合三角模糊

矩阵 $M = (m_{ij})_{n \times n}$

(3) 构造模糊判断因子矩阵 E

$$E = (e_{ij}) = \begin{bmatrix} 1, 1 - \frac{p_{12} - l_{12}}{2m_{12}}, \dots, 1 - \frac{p_{1n} - l_{1n}}{2m_{1n}} \\ 1 - \frac{p_{21} - l_{21}}{2m_{21}}, 1, \dots, 1 - \frac{p_{2n} - l_{2n}}{2m_{2n}} \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ 1 - \frac{p_{n1} - l_{n1}}{2m_{n1}}, 1 - \frac{p_{n2} - l_{n2}}{2m_{n2}}, \dots, 1 \end{bmatrix}$$

其中: $s_{ij} = \frac{p_{ij} - l_{ij}}{2m_{ij}}$ 是标准离差率，它反映了专家评判的模糊程度， s_{ij} 越大，该评判结果的模糊程度越大，可信度越小。

(4) 计算调整判断矩阵 Q

$$Q = M \times E = \begin{bmatrix} m_{11}, m_{12}, \dots, m_{1n} \\ m_{21}, m_{22}, \dots, m_{2n} \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ m_{n1}, m_{n2}, \dots, m_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1, 1 - \frac{p_{12} - l_{12}}{2m_{12}}, \dots, 1 - \frac{p_{1n} - l_{1n}}{2m_{1n}} \\ 1 - \frac{p_{21} - l_{21}}{2m_{21}}, 1, \dots, 1 - \frac{p_{2n} - l_{2n}}{2m_{2n}} \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ 1 - \frac{p_{n1} - l_{n1}}{2m_{n1}}, 1 - \frac{p_{n2} - l_{n2}}{2m_{n2}}, \dots, 1 \end{bmatrix}$$

然后把判断矩阵 Q 按列转换为对角线为 1 的判断矩阵 Q' 。

(5) 单层排序

利用判断矩阵 Q' 计算对于上一层某元素而言，本层与之有联系的元素的权重。用方根法计算指标 i 的权重。

(a) 将判断矩阵中的元素按行相乘 $\prod_{j=1}^n a_{ij}$;

(b) 计算 $\bar{\gamma}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$;

(c) 将 $\bar{\gamma}_i$ 归一化得 $\gamma_i = \frac{\bar{\gamma}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{\gamma}_i}$ 。

(6) 综合排序

根据各单层的排序结果，计算得到指标的综合指标权重的集合:

$$W_{nb} = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m)$$

改进性模糊层次分析法把可信度引入模糊判断矩阵中，这样求出的指标权重既具有层次分析法的优点，又可以反映专家判断的“不确定性”对判断结果的影响。

2.3 供电服务内部评价结果的计算

根据公式 $Z_{nb} = \sum_{j=1}^m v_j \theta_j$ 得到供电服务质量的

内部评价价值。将评价价值转换到 [0, 100] 之间，即得到供电服务质量的内部评价指数。

3 算例分析

由于篇幅限制，本文取供电服务质量内部评价指标体系中的一部分指标进行算例分析。

3.1 单项指标评价价值的确定

要得到内部评价单项指标的评价价值，首先要设定各项指标的基准值，本文的基准值来源有两种：一是根据上级部门对指标值的规定来确定；二是取连续三次内部评价期的指标值的平均值来确定。确定供电服务质量的内部评价指标基准值后，就制定了各项指标的标准，用每个指标的实际值和基准值进行比较就可以得到指标的评价价值，计算公式如下：

$$v_j = \begin{cases} \text{正向指标} \begin{cases} \frac{\text{实际值}}{\text{基准值}} & \text{实际值} < \text{基准值} \\ 1 & \text{实际值} \geq \text{基准值} \end{cases} \\ \text{逆向指标} \begin{cases} \frac{\text{基准值}}{\text{实际值}} & \text{实际值} > \text{基准值} \\ 1 & \text{实际值} \leq \text{基准值} \end{cases} \end{cases}$$

详细的各项指标的基准值和评价价值见表 2。

3.2 用模糊层次分析法确定指标权重

由于计算过程较为复杂，本文仅以故障抢修为例，计算二级指标下的三级指标的权重。

(1) 请供电企业的三位专家按照 1~9 标度法给出故障抢修业务下属的三级指标之间重要程度的比较结果，如表 3。

表 2 内评单项指标的基准值和评价值

Tab.2 Reference value and evaluation value of internal evaluation index systems

指标	指标基准值	指标实际值	指标评价值
低压供电方案答复时间 D11(d)	10	6	1.000
高压供电方案答复时间 D12(d)	50	45	1.000
符合规定供电合同签订率 D13(%)	100	100	1.000
居民用户装表接电时间 D14(d)	3	3	1.000
非居民用户装表接电时间 D15(d)	5	5.5	0.909 1
报装接电率 D16(%)	100	100	1.000
居民抄表实抄率 D21(%)	98	96.7	0.987
非居民抄表实抄率 D22(%)	100	100	1.000
抄表正确率 D23(%)	99	98.53	0.985
电费计算差错率 D24(%)	0.03	0.04	0.750
电费计算差错量 D25(元)	500	475	1.000
用电检查处理结果客户满意度 D31(%)	100	96.90	0.969
督促整改时间 D32(d)	90	66	1.000
违约用电欠费停电提前通知时间 D33(d)	7	4.5	0.642 9
电能计量故障率 D41(%)	0.4	0.03	1.000
电能计量故障处理率 D42(%)	100	100	1.000
电能计量差错率 D43(%)	0.03	0.02	1.000
电能计量差错电量 D44(万 kWh)	0.5	0.6	0.833
城市到事故现场时间 D51(分)	45	42	1.000
农村到事故现场时间 D52(分)	90	88	1.000
边远地区到事故现场时间 D53(分)	120	125	0.960
故障抢修结果客户满意率 D54(%)	100	96.70	0.967

表 3 故障抢修业务下属的三级指标权重判断

Tab.3 Index weight of fault repair business

D5	D51	D52	D53	D54
	(1, 1, 1)	(1, 1, 2)	(1, 2, 2)	(1/2, 1, 1)
D51	(1, 1, 1)	(1, 1, 2)	(2, 2, 2)	(1, 1, 2)
	(1, 1, 1)	(1, 2, 2)	(1, 2, 2)	(1/2, 1/2, 1)
D52	(1/2, 1, 1)	(1, 1, 1)	(2, 2, 2)	(1/2, 1/2, 1/2)
	(1/2, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 2)	(1/2, 1/2, 1)
	(1/2, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 2)	(1/2, 1/2, 1)
D53	(1/2, 1/2, 1)	(1/2, 1/2, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/3, 1/2)
	(1/2, 1/2, 1/2)	(1/2, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1/2)
	(1/3, 1/2, 1)	(1/2, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1/2)
D54	(1, 1, 2)	(2, 2, 2)	(2, 3, 3)	(1, 1, 1)
	(1/2, 1, 1)	(1, 2, 2)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)
	(1, 2, 2)	(1, 2, 2)	(2, 2, 3)	(1, 1, 1)

(2) 根据公式计算, 得到综合三角模糊数矩阵如表 4。

表 4 综合三角模糊数矩阵 M

Tab.4 Comprehensive triangle fuzzy matrix

D5	D51	D52	D53	D54
D51	(1, 1, 1)	(1, 1.333, 2)	(1.333, 2, 2)	(0.667, 0.833, 1.333)
D52	(0.5, 0.833, 1)	(1, 1, 1)	(1.333, 1.333, 2)	(0.5, 0.5, 0.833)
D53	(0.444, 0.5, 0.833)	(0.5, 0.833, 0.833)	(1, 1, 1)	(0.333, 0.444, 0.5)
D54	(0.833, 1.333, 1.667)	(1.333, 2, 2)	(1.667, 2.333, 3)	(1, 1, 1)

(3) 构造模糊判断因子矩阵为

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 0.625 & 0.833 & 0.6 \\ 0.7 & 1 & 0.75 & 0.667 \\ 0.611 & 0.8 & 1 & 0.812 \\ 0.687 & 0.833 & 0.714 & 1 \end{bmatrix}$$

(4) 计算调节矩阵为

$$Q = M \times E = \begin{bmatrix} 3.727 & 4.252 & 4.428 & 3.946 \\ 2.691 & 3.004 & 3.134 & 2.749 \\ 1.999 & 2.315 & 2.358 & 2.112 \\ 4.846 & 5.533 & 5.657 & 5.028 \end{bmatrix}$$

(5) 按列转换为对角线为 1 的矩阵

$$Q' = \begin{bmatrix} 1 & 1.416 & 1.877 & 0.785 \\ 0.722 & 1 & 1.329 & 0.547 \\ 0.536 & 0.771 & 1 & 0.42 \\ 1.3 & 1.842 & 2.399 & 1 \end{bmatrix}$$

(6) 用乘积方根法计算故障抢修下的三级指标的权重为

$$\{\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4\} = \{0.28, 0.2, 0.15, 0.37\}$$

类似的, 利用上面的计算方法分别得到单层指标权重以及综合的指标权重, 结果如表 5。

3.3 内部评价结果及分析

根据前面得到的三级指标的完成情况和权重, 利用前面给出的公式计算服务质量内部评价的结果, 供电服务质量的内部评价值为 0.952 8, 转化为百分制为 95.28。由此可见供电企业的服务质量总体情况较好。其中业扩报装、抄表收费、用电检查、电能计量、故障抢修各项服务过程对应的评价值分别为 0.985, 0.936, 0.904, 0.952, 0.978。从算例的计算结果看, 企业的内部服务质量评价的总体得分与基准值之间还有一定差距, 服务质量还

需进一步改进，而抄表收费的服务质量是与基准值差距最大的，也是重点要改进的；业扩报装的服务质量达到了基准值，明显高于其他方面；此外，从表 2 可以看出，本文提出的模型不仅可以用于评价供电企业的总体服务质量状况，而且可以得出不同服务类别的服务水平及与客户期望的差距。而这一点比单纯的评价总体服务质量更有意义，因为这可以非常直观地了解到企业在哪些指标方面存在差距以及差距的大小，为企业寻找到改善和提高服务质量的突破口。

表 5 内评指标权重表
Tab.5 Index weight of internal evaluation

二级指标	二级指标权重	三级指标	三级指标相对二级指标权重	三级指标综合权重
业扩报装 D1	0.212	低压供电方案答复时间 D11	0.132	0.028
		高压供电方案答复时间 D12	0.160	0.034
		供电合同签订率 D13	0.212	0.045
		居民用户装表接电时间 D14	0.156	0.033
		非居民用户装表接电时间 D15	0.170	0.036
		报装接电率 D16	0.170	0.036
抄表收费 D2	0.200	居民抄表实抄率 D21	0.095	0.019
		非居民抄表实抄率 D22	0.095	0.019
		抄表差错率 D23	0.200	0.040
		电费计算差错率 D24	0.240	0.048
		电费计算差错量 D25	0.370	0.074
用电检查 D3	0.189	用电检查处理结果客户满意率 D31	0.519	0.098
		督促整改时间 D32	0.254	0.048
		违约用电欠费停电提前通知时间 D33	0.228	0.043
电能计量 D4	0.180	电能计量故障率 D41	0.222	0.040
		电能计量故障处理率 D42	0.211	0.038
		电能计量差错率 D43	0.278	0.050
		电能计量差错电量 D44	0.289	0.052
故障抢修 D5	0.219	城区到事故现场时间 D51	0.283	0.062
		农村到事故现场时间 D52	0.200	0.044
		边远地区到事故现场时间 D53	0.152	0.033
		故障抢修结果客户满意率 D54	0.365	0.08

4 结论

供电服务质量外部评价和内部评价共同构成了供电服务质量综合评价体系。本文从完善供电服务质量综合评价体系的角度，建立基于供电服务过程

的服务质量内部评价体系及其模型，最后对部分评价指标体系进行了算例分析，结果表明该评价方法是有效的。由于本文建立的指标体系具有普遍性，而在实际中，不同供电企业在组织和管理上存在着客观差异，所以对于某些供电企业而言，需根据其实际情况，对本文的指标体系进行调整以适合本企业的评价工作。

参考文献

- [1] 汪纯孝, 蔡浩然. 服务营销与服务质量管理[M]. 广州: 中山大学出版社, 1996.
WANG Chun-xiao, CAI Hao-ran. The Management of Service Marketing and Service Quality[M]. Guangzhou: Zhongshan University Press, 1996.
- [2] 泽丝曼尔, 比特纳. 服务营销[M]. 张金成, 白长虹, 译. 北京: 机械工业出版社, 2001.
Zeithaml V A. Services Marketing Integrating Customer Focus Across the Firm[M]. ZHANG Jin-cheng, BAI Chang-hong, Trans. Beijing: China Machine Press, 2001.
- [3] 刘思强. 电力客户满意度调查与测评分析及对供电企业经营启示[J]. 大众用电, 2004, (12): 5-7.
LIU Si-qiang. Power Customer Satisfaction Survey and Analysis and the Inspiration for Power Supply Enterprise[J]. Popular Utilization of Electricity, 2004, (12): 5-7.
- [4] 曾鸣, 周文瑜. 供电服务质量综合评价体系及其软件系统设计[J]. 电网技术, 2007, 31 (2): 179-184.
ZENG Ming, ZHOU Wen-yu. The Comprehensive Evaluation of Power Supply Service Quality and the Design of Its Software System[J]. Power System Technology, 2007, 31 (2): 179-184.
- [5] 吴英姿. 供电服务质量体系模型的构建及评价[J]. 上海电力, 2005, (5): 498-501.
WU Ying-zi. Evaluation and Construction of Model of Power Supply Service Quality System[J]. Shanghai Electric Power, 2005, (5): 498-501.
- [6] 李翔, 杨淑霞, 张红斌. 供电服务质量评价方法研究[J]. 电网技术, 2004, (12): 34-38.
LI Xiang, YANG Shu-xia, ZHANG Hong-bin. Research on Assessment Method for Power Supply Service Quality[J]. Power System Technology, 2004, (12): 34-38.
- [7] 秦寿康. 综合评价原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
QIN Shou-kang. Principles and Applications of Comprehensive Evaluation[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.
- [8] 蒋泽军. 模糊数学教程[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
JIANG Ze-jun. Fuzzy Math Tutorial [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2004.

(下转第 52 页 continued on page 52)

4) 将变电站所有跨间隔的业务均纳入二次系统的功能范畴,以网络化、软功能化方式高效率、低成本地实现其各项应用功能,实现二次系统功能的大幅扩展。

上述的诸多创新应用功能的实现使得变电站网络化二次系统的技术研究成果具有广泛的推广应用前景。

6 结论

变电站网络化二次系统首次将当前自动化、网络通信等先进技术应用于数字化变电站中,如利用虚拟网 VLAN 技术实现网络的安全隔离,利用 GOOSE 信息在三层结构的网络传输等,提高了数字化变电站的运行可靠性和保护方案配置的灵活性。第一次真正意义上实现了全数字化的变电站自动化系统,研究成果使变电站二次系统在控制、管理上得到重大技术突破,真正实现了对数字化变电站深层应用的实质性突破,对于国内数字化变电站技术发展及推广应用具有极高的推动促进作用。

参考文献

[1] Dolezilek D J.Power System Automation[Z].Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.

[2] Skeie T, Johannedden S, Brunner C. Ethernet in Substation Automation[J]. IEEE Control System Magazine, 2002, 22 (3): 43-51.

[3] IEC 61850, Communication Networks and Systems in Substations[S].

[4] 许继数字化变电站系统技术方案.国网公司版[Z]. Digital Substation System Technology Schema of XuJi-for State Grid[Z].

[5] 国家电网科学技术进步奖申报书[Z].河南省电力公司,许继集团公司,2009. Declare Report for Science and Technology Advancement Award of State Grid[Z].Electric Power Company of Henan, XJ Group Corporation,2009.

[6] 窦晓波. 基于 IEC 61850 的新型数字化变电站通信网

络的研究与实践(博士学位论文)[D]. 南京:东南大学,2006.

DOU Xiao-bo.Research and Application on Communication Network of Digital Substation Based on IEC 61850,Doctoral Disseration[D].Nanjing: Southeast University,2006.

[7] 李营. 分布式微机母线保护的研究(博士学位论文)[D]. 保定:华北电力大学,2000. LI Ying.Research on Distributed Bus Protection, Doctoral Dissertation[D].Baoding:North China Electric Power University,2000.

[8] CBZ8000 数字化变电站系统过程层组网技术规范[Z].许继电气技术中心,2007. Technical Specification of Process Level Network in CBZ8000 Digital Substation Automation System[Z].XJ Technical Center,2007.

[9] 数字化变电站过程层组网技术研究及应用[J].农村电气化,2008. Research and Application on Process Level Network Schema in Digital Substation[J]. Village Electronic,2008.

[10] 变电站网络化二次系统研究及应用技术报告[Z].河南省电力公司,许继集团公司,2008. Technlogy Report of Research and Application on Substation Secondary System[Z].Henan Electric Power Corporation, XJ Group Corporation,2008.

[11] 高翔.数字化变电站应用技术[M].北京:中国电力出版社,2008. GAO Xiang.Application Technology of Digital Substation[M]. Beijing: China Electric Power Press,2008.

收稿日期:2009-04-01

作者简介:

张清枝(1970-),女,副教授,硕士,主要从事电力电子技术的研究;

魏勇(1973-),男,硕士,主要从事数字化变电站系统方案及相关产品的研发;

赵成功(1979-),男,主要从事产品研究和开发的项目管理。E-mail:chenggongzh@xjgc.com

(上接第 46 页 continued from page 46)

[9] 陈静.供电企业服务质量评价模型及实证研究[J].沈阳航空工业学院学报,2005,22(1):89-91. CHEN Jing. Service Quality Estimate Model and Demonstration Research on Power-supplying Enterprise[J]. Journal of Shenyang Institute of Aeronautic Engineering, 2005, 22 (1): 89-91.

[10] Parasuraman A, Zeithaml V A, Berry L L. A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research [J]. Journal of Marketing, 1985, 49(4): 41-50.

[11] Hsieh Y M, Hsieh A T. Enhancement of Service Quality with Job Standardization [J]. The Service Industries

Journal, 2001, 21 (3): 147-166.

收稿日期:2008-07-14;

修回日期:2008-09-01

作者简介:

曾鸣(1957-),男,教授,博士生导师,研究方向为电力市场及电力需求侧管理等;

周文瑜(1972-),男,博士研究生,研究方向为电力市场及电力需求侧管理等;

张怡(1985-),女,硕士研究生,研究方向为电力市场等。E-mail:xenjoy@126.com