

电力需求预测分层后评价模型研究

王 茜, 王雁凌, 张粒子

(华北电力大学电气与电子工程学院, 北京 102206)

摘要: 针对电力需求预测具有复杂性、阶段性等特点, 构建了电力需求预测后评价指标体系, 并根据指标预测偏差的大小确定了评价等级; 以各层指标预测准确度为基础建立的电力需求预测分层后评价模型, 通过引入调整系数, 兼顾了电力需求预测和滚动调整预测对电力发展的不同指导意义, 并较好地解决了综合评价模型无法获得各层指标评价结果的局限性问题。以我国某地区的实际数据为基础进行实例分析, 证明了该模型的有效性和实用性。

关键词: 电力需求预测; 指标体系; 评价等级; 评价标准; 分层后评价

Research on hierarchical post evaluation model of power demand forecasting

WANG Qian, WANG Yan-ling, ZHANG Li-zi

(School of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: According to the complexity and stage of power demand forecasting, this paper constructs the index system for power demand forecasting post evaluation, and makes evaluation grades referring to the deviation of index. After introducing the modification factor and giving attention to the power demand forecasting and adjustment forecasting's great significance and effect, this paper establishes the hierarchical post evaluation model by evaluating the forecasting precisions of indicators in each layer, which can acquire evaluation results in each layer. Finally, through analyzing and calculating the real data of a certain area in our country, the result proves the model's efficiency and feasibility.

Key words: power demand forecasting; index system; evaluation grade; evaluation standard; hierarchical post evaluation

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)20-0045-05

0 引言

电力需求预测是确定电源发展规模、电网布局方案的基础和依据, 在整个地区电力发展规划中起着先导性的基础作用, 高质量的电力需求预测与发展规划是国民经济与电力工业协调发展的前提^[1-3]。

由于电力需求预测不仅包含有多方面内容, 而且需要根据实际发展情况及时进行修改和调整, 因此科学合理地评价电力需求预测的准确度, 将会为今后的电力需求预测工作提供借鉴和帮助, 具有极其重要的现实意义。近年来, 国内一些学者将模糊综合评价的相关理论与方法引入到电能质量^[4]和变压器状态评分^[5]等的评价中, 取得了很好的效果, 但是很少有对电力发展规划需求预测后评价进行全面、系统和比较深入的专项研究。准确评价需求预测的准确度, 不仅需要得到综合评价结果, 而且应当对各个指标的准确度依次进行评价, 进而为今后的需求预测工作提供借鉴。

鉴于电力需求预测后评价的指标多且涉及不同种类的情况, 论文首先构建了电力需求预测后评价指标体系, 并根据指标预测偏差的大小确定了评价等级, 论文以各层指标预测准确度为基础建立的电力需求预测分层后评价模型, 通过引入调整系数, 兼顾了电力需求预测和滚动调整预测对电力发展的不同指导意义, 并较好地解决了综合评价模型无法获得各层指标评价结果的局限性问题, 最后以我国某地区的实际数据为基础进行实例分析, 证明了该模型的有效性和实用性。

1 构建指标体系

指标选择是后评价工作的前提和基础, 指标选择合理与否, 不仅会影响后评价整体工作量的大小, 而且还会对后评价结论的可靠性产生影响。为达到后评价的目的, 本文遵循指标选取的可比性、全面性和代表性原则, 并结合各指标相对应的内容在电力发展规划中的地位 and 作用, 构建包含 n 个省区的

地区电力需求预测后评价指标体系如图 1 所示。

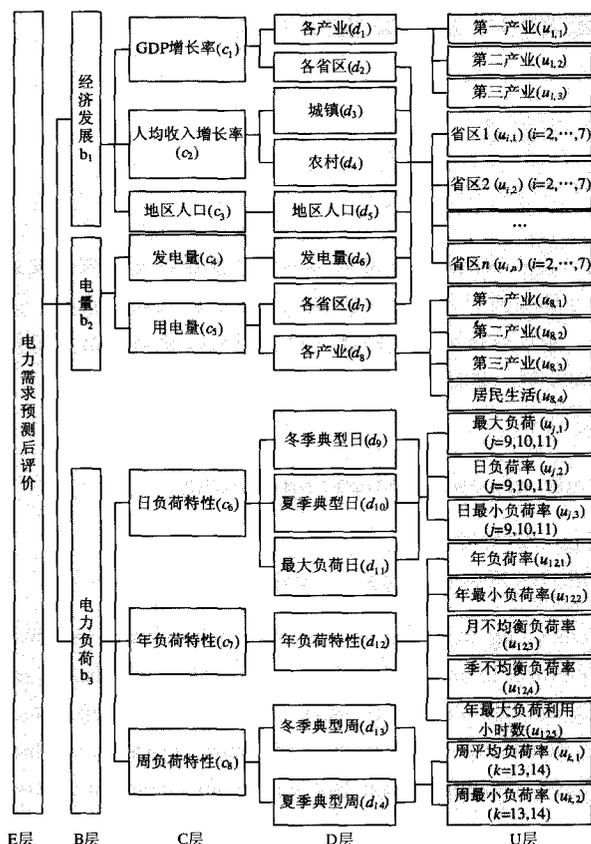


图 1 电力需求预测后评价指标体系

Fig.1 Index system for post evaluation of power demand forecasting

2 确定评价标准

2.1 划分评价等级

为了准确描述电力需求预测的准确程度，得出一个直观的整体结论，在对电力需求预测的各项指标进行定量分析的基础上，应对电力需求预测的各项指标及其整体的准确程度进行评价。由于电力需求预测后评价涉及到许多指标，而且各个指标的允许预测偏差值差异较大，具有不同的评价标准，难以在一个统一的标准下进行评价，因此本文采用模糊综合评价方法进行后评价。

确定合理的指标权重和模糊评价向量集是模糊综合后评价工作的基础和前提，实际中一般采用层次分析法确定指标权重^[6-8]，并采用隶属度法确定模糊评价向量集。常用的隶属函数的构造方法均有各自的特点和应用范围^[9]，本文运用目前工程领域中确定隶属度最常用的方法—增量法确定各评价等级隶属函数。

目前我国对于电力需求预测后评价的各个评价

等级划分并无明确的规定，本文按照各指标的性质及其在电力需求预测中的地位和作用，并根据其指标预测偏差的大小将电力需求预测的相关工作分成五个评价等级，其论域为 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} = \{\text{很准确, 准确, 一般, 不准确, 很不准确}\}$ 。其中，

指标 $u_{i,j}$ 的预测偏差值 = $|u_{i,j}$ 的实际值 - $u_{i,j}$ 的预测值|；

$$\text{指标 } u_{i,j} \text{ 的预测偏差率} = \frac{\text{指标 } u_{i,j} \text{ 的预测偏差值}}{\text{指标 } u_{i,j} \text{ 的预测值}} \times 100\% ;$$

指标 $u_{i,j}$ 的调整偏差值（率）计算亦如此。

2.2 确定评价标准

表 1 所示为“中国社会科学院数量经济与技术经济研究所”和“国务院发展研究中心”对我国 1992~2004 年 GDP 增长率的预测值，以及与实际值的偏差情况。

通过表 1 可以看出，全国 GDP 增长率预测偏差平均值为 1.49%，本文据此设定“十五”期间的 GDP 增长率偏差值不大于 1.5% 的预测是准确的，同时考虑到五年电力需求预测难度高于上述的逐年预测，因此将预测准确的临界值提高到 2%，并据此确定很准确的临界值为 1%；同样地，可以确定居民收入等的评价标准，详见表 2。

表 1 1992~2004 年全国 GDP 增长率偏差值

Tab.1 Deviation of GDP growth rate (1992~2004)

年份	实际值/(%)	预测值/(%)	偏差值/(%)
1992	14.2	7	7.2
1993	13.5	12.5	1
1994	12.7	10	2.7
1995	10.5	10.5	0
1996	9.6	9.4	0.2
1997	8.8	10.3	1.5
1998	7.8	9.7	1.9
1999	7.1	8	0.9
2000	8	7.7	0.3
2001	7.5	7.5	0
2002	8.3	7.7	0.6
2003	9.5	7.9	1.6
2004	9.5	8	1.5
平均值	/	/	1.4923

注：数据来源于《经济蓝皮书：中国经济形势分析与预测》(1992~2005)。

同时，不同的负荷与电量预测对准确性的要求不同，国家对此亦并无明确规定，一般认为短期的日负荷预测误差不能超过 3%，长期的负荷预测误差不能超过 10%^[10]，本文据此设定的电力需求预测后评价标准（参考值）如表 2 所示。

表2 电力需求预测后评价标准(参考值)

Tab.2 The post evaluation standard (reference value) of power demand forecasting

指标	指标偏差值(率)对应的区间/(%)				
	[0,a)	[a,b)	[b,c)	[c,d)	[d,e)
$u_{1,1}, u_{1,2}, u_{1,3},$	[0,1)	[1,2)	[2,4)	[4,6)	[6,8)
$u_{2,1}, u_{2,2}, \dots, u_{2,n}$					
$u_{3,1}, u_{3,2}, \dots, u_{3,n}$	[0,1.5)	[1.5,3)	[3,4)	[4,6)	[6,8)
$u_{4,1}, u_{4,2}, \dots, u_{4,n}$	[0,1)	[1,1.5)	[1.5,2)	[2,4)	[4,6)
$u_{5,1}, u_{5,2}, \dots, u_{5,n}$	[0,0.5)	[0.5,1)	[1,1.5)	[1.5,2.5)	[2.5,4)
$u_{i,1}, u_{i,2}, \dots, u_{i,n}, u_{8,1},$	[0,3)	[3,5)	[5,10)	[10,15)	[15,25)
$u_{8,2}, u_{8,3}, u_{8,4}, u_{j,1}, u_{12,5}$					
$u_{j,2}, u_{j,3}, u_{12,1}, u_{12,2}, u_{12,3},$	[0,0.8)	[0.8,2)	[2,4)	[4,6)	[6,9)
$u_{12,4}, u_{13,1}, u_{13,2}, u_{14,1}, u_{14,2}$					

注:以上标准为参考值,各个地区应根据自身的实际情况在此基础上进行适当调整。(i=6,7;j=9,10,11)

3 建立分层后评价模型

针对电力需求预测具有复杂性、阶段性等特点,本文以五年电力需求预测后评价为例,在对各层指标依次进行评价的基础上,建立分层后评价模型如下:

3.1 U层后评价模型

$U = \{u_{1,1}, u_{1,2}, u_{1,3}, \dots, u_{14,1}, u_{14,2}\}$ 为U层评价指标

集,考虑到每年的预测准确度均有所差异,并且为了体现电力需求预测和滚动调整预测对电力发展的不同指导意义和影响,采用调整系数 α 确定后者对电力需求预测后评价的影响程度,建立U层各指标后评价模型:

$$U_{li} = \frac{1}{(5-t)} \cdot [R_{l,i,1} + R_{l,i,2} + \alpha \cdot (R_{l,i,3} + R_{l,i,4} + R_{l,i,5}) + (1-\alpha) \cdot (R'_{l,i,3} + R'_{l,i,4} + R'_{l,i,5})] \quad \alpha \in (0,0.5) \quad (1)$$

式中: U_{li} 表示对指标 $u_{l,i}$ 预测准确度的评价结果, $l=1,2,\dots,14$;

t 表示对指标 $u_{l,i}$ 未预测年份的总数($t \leq 5$),

若对规划期内的五年全部进行了预测,则 $t=0$;

$R_{l,i,k}$ 为一个从第 k ($k=1,2,3,4,5$)年指标 $u_{l,i}$ 到论语集 V 的模糊评价向量集,其第 j 个元素表示第 k 年指标 $u_{l,i}$ (指标 d_l 所支配的第 i 项U层指标)的预测偏差属于第 j 项评语 v_j 的隶属度结果;

$R'_{l,i,k}$ 同样为一个从第 k ($k=3,4,5$)年指标 $u_{l,i}$ 到论语集 V 的模糊评价向量集,其第 j 个元素表示

第 k 年指标 $u_{l,i}$ (指标 d_l 所支配的第 i 项U层指标)的调整偏差属于第 j 项评语 v_j 的隶属度结果;

若未对指标 $u_{l,i}$ 的第 k 年进行预测,则

$$R_{l,i,k} = R'_{l,i,k} = 0;$$

若滚动调整预测并未对指标 $u_{l,i}$ 的预测值做出调整,则可以认为指标 $u_{l,i}$ 的调整值与指标 $u_{l,i}$ 的预测值相等,那么 $R_{l,i,k} = R'_{l,i,k}$, ($k=3,4,5$)。

3.2 D层后评价模型

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_{14}\}$ 为D层评价指标集,在对

U层各产业GDP增长率、用电量,各省区GDP增长率、居民人均收入增长率、人口、发电量、用电量,冬季、夏季典型日以及最大负荷日的日最大负荷、日负荷率、日最小负荷率,年负荷率、年最小负荷率、月不均衡负荷率、季不均衡负荷率、年最大负荷利用小时数,冬季、夏季典型周平均负荷率、周最小负荷率等指标进行评价的基础上,建立D层各指标后评价模型:

$$D_l = A_{dl} \times \begin{pmatrix} U_{l,1} \\ \dots \\ U_{l,i} \\ \dots \end{pmatrix} \quad (2)$$

式中: D_l 表示对指标 d_l 预测准确度的评价结果, $l=1,2,\dots,14$; A_{dl} 表示指标 d_l 所支配的U层指标的权重向量集; $U_{l,i}$ 表示指标 d_l 所支配的U层各指标的评价结果。

3.3 C层后评价模型

$C = \{c_1, c_2, \dots, c_8\}$ 为C层评价指标集,在对D层各产业、省区GDP增长率,城镇、农村居民人均收入增长率,地区人口,发电量,各省区、各产业用电量,冬季、夏季典型日负荷特性,最大负荷日负荷特性,年负荷特性,冬季、夏季典型周负荷特性等指标进行评价的基础上,建立C层各指标后评价模型:

$$C_l = A_{cl} \times \begin{pmatrix} D_g \\ \dots \\ D_h \end{pmatrix} \quad (3)$$

式中: C_l 表示对指标 c_l 预测准确度的评价结果, $l=1,2,\dots,8$; A_{cl} 表示指标 c_l 所支配的D层指标的权重向量集; D_g, \dots, D_h 表示指标 c_l 所支配的D层各指标的评价结果。

3.4 B层后评价模型

$B = \{b_1, b_2, b_3\}$ 为B层评价指标集, 在对C层地区GDP增长率, 人均收入增长率, 地区人口, 发电量, 用电量, 日负荷特性, 年负荷特性, 周负荷特性等指标进行评价的基础上, 建立B层各指标后评价模型:

$$B_l = A_{bl} \times \begin{pmatrix} C_p \\ \dots \\ C_q \end{pmatrix} \quad (4)$$

式中: B_l 表示对指标 b_l 预测准确度的评价结果, $l=1,2,3$; A_{bl} 表示指标 b_l 所支配的C层指标的权重

向量集; C_p, \dots, C_q 表示指标 b_l 所支配的C层各指标的评价结果。

3.5 E层后评价模型

根据B层经济发展、电量、电力负荷3个指标的评价结果, 可以得到目标层的评价模型:

$$E = A_e \times \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{pmatrix} \quad (5)$$

式中: E 表示对地区电力需求预测准确度的最终评价结果; A_e 表示B层指标 b_1, b_2, b_3 的权重向量集; B_1, B_2, B_3 表示B层指标 b_1, b_2, b_3 的评价结果。

表3 指标偏差数据
Tab.3 Deviation of index

指标名称及偏差/(%)															
年份	$u_{1,1}$	$u_{1,2}$	$u_{1,3}$	$u_{2,1}$	$u_{2,2}$	$u_{2,3}$	$u_{2,4}$	$u_{3,1}$	$u_{3,2}$	$u_{3,3}$	$u_{3,4}$	$u_{4,1}$	$u_{4,2}$	$u_{4,3}$	$u_{4,4}$
2001	0.07	0.72	0.36	0.51	0.28	0.20	0.35	0.31	0.22	0.43	0.14	0.28	0.21	0.39	0.11
2002	0.54	0.95	0.28	0.30	0.48	0.29	0.70	0.53	0.56	0.75	0.38	0.67	0.54	0.77	0.29
2003	0.97	1.30	0.02	1.06	0.20	0.69	1.03	1.02	0.98	1.02	0.85	0.99	0.88	1.05	0.57
2004	1.77	2.42	0.13	2.30	2.19	1.20	1.21	1.45	1.32	1.37	1.14	1.27	1.15	1.33	0.96
2005	1.99	2.5	0.85	2.40	2.28	1.45	1.43	1.78	1.50	1.89	1.36	1.63	1.39	1.52	1.32
年份	$u_{5,1}$	$u_{5,2}$	$u_{5,3}$	$u_{5,4}$	$u_{6,1}$	$u'_{6,1}$	$u_{6,2}$	$u'_{6,2}$	$u_{6,3}$	$u'_{6,3}$	$u_{6,4}$	$u'_{6,4}$	$u_{7,1}$	$u_{7,2}$	$u_{7,3}$
2001	0.10	0	0.08	0.02	1.61	/	0.35	/	0.59	/	6.64	/	0.63	1.75	1.43
2002	0.07	0.04	0.05	0.05	2.54	/	1.69	/	0.79	/	5.12	/	1.18	2.10	1.84
2003	0.12	0.07	0.18	0.09	7.79	0.09	4.28	0.94	4.28	0.13	12.36	3.14	4.36	5.84	2.66
2004	0.17	0.11	0.34	0.23	12.59	1.79	14.21	5.26	12.0	5.02	19.50	3.84	6.23	9.35	5.09
2005	0.14	0.15	0.44	0.35	11.1	5.27	15.76	7.90	20.1	9.68	30.30	7.75	5.77	5.06	6.9
年份	$u_{7,4}$	$u_{8,1}$	$u_{8,2}$	$u_{8,3}$	$u_{8,4}$	$u_{9,1}$	$u_{9,2}$	$u'_{9,2}$	$u_{9,3}$	$u'_{9,3}$	$u_{10,1}$	$u_{10,2}$	$u'_{10,2}$	$u_{10,3}$	$u'_{10,3}$
2001	0.46	1.39	0.61	1.64	0.03	0.37	0.34	/	0.50	/	0.21	1.19	/	0.23	/
2002	3.35	7.52	1.65	2.62	1.26	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2003	4.08	10.65	1.48	5.95	5.72	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2004	7.39	9.67	4.6	16.4	8.97	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2005	17.4	12.9	6.35	12.0	13.0	5.85	2.77	0.35	3.76	2.84	7.23	1.25	0.11	3.36	2.47
年份	$u_{11,1}$	$u_{11,2}$	$u'_{11,2}$	$u_{11,3}$	$u'_{11,3}$	$u_{12,1}$	$u_{12,2}$	$u_{12,3}$	$u_{12,4}$	$u_{12,5}$	$u_{13,1}$	$u_{13,2}$	$u_{14,1}$	$u_{14,2}$	
2001	0.41	0.30	/	1.28	/	0.32	0.58	/	/	0.14	0.15	0.49	0.10	0.34	
2002	2.3	0.94	/	2.22	/	0.67	0.9	/	/	1.67	/	/	/	/	
2003	10.7	1.24	/	3.29	/	0.93	1.47	/	/	2.39	/	/	/	/	
2004	6.71	2.02	/	4.35	/	1.52	2.03	/	/	3.97	/	/	/	/	
2005	10.2	2.54	0.95	5.07	3.87	2.37	2.76	1.49	1.25	4.65	1.12	1.24	0.89	1.29	

注: 指标 u'_{ij} 表示 u_{ij} 的滚动调整值, “/” 表示未进行预测或调整。

4 实例及分析

对国内某地区的“十五”电力行业规划进行后评价的过程中, 发现其对各项指标基本进行了逐年预测, 并且根据实际发展情况对后三年的部分指标

预测值进行了滚动调整预测, 本节以该地区的数据为基础进行实例分析, 指标偏差数据如表3所示。

按照本文提出的分层后评价模型依次对各个层次的指标进行评价, 得到各层指标后评价结果如表4所示。

表 4 各层指标后评价结果

Tab.4 Post evaluation results of each index

指标层	指标名称	评价结果				
		很准确	准确	一般	不准确	很不准确
C 层	c_1	0.65	0.34	0.25	0.06	0.03
	c_2	0.73	0.64	0.12	0.06	0.02
	c_3	0.93	0.07	0.02	0.01	0.00
	c_4	$0.69-0.25\alpha$	$0.25-0.01\alpha$	$0.26+0.02\alpha$	$0.08+0.25\alpha$	$0.00+0.19\alpha$
	c_5	0.62	0.33	0.35	0.12	0.06
	c_6	$0.59-0.07\alpha$	$0.32+0.04\alpha$	$0.34+0.06\alpha$	$0.14+0.04\alpha$	$0.06+0.02\alpha$
	c_7	0.47	0.72	0.30	0.07	0.03
	c_8	0.71	0.47	0.15	0.04	0.02
B 层	b_1	0.70	0.38	0.20	0.05	0.02
	b_2	$0.65-0.13\alpha$	0.28	$0.31+0.01\alpha$	$0.10+0.13\alpha$	$0.05+0.09\alpha$
	b_3	$0.58-0.03\alpha$	$0.52+0.02\alpha$	$0.27+0.03\alpha$	$0.08+0.02\alpha$	$0.04+0.01\alpha$
E 层	目标层	$0.64-0.05\alpha$	$0.40+0.01\alpha$	$0.26+0.01\alpha$	$0.08+0.05\alpha$	$0.04+0.04\alpha$
取值	$\alpha = 0.1$	0.634	0.397	0.262	0.086	0.039
	$\alpha = 0.2$	0.629	0.398	0.263	0.091	0.043
	$\alpha = 0.3$	0.624	0.398	0.265	0.096	0.046
	$\alpha = 0.4$	0.618	0.399	0.266	0.101	0.050
	$\alpha = 0.5$	0.613	0.399	0.267	0.106	0.054

注: 本文并未列写 D 层和 U 层各指标的评价结果。

根据最大隶属度原则, 由表 4 不仅可以得到该地区“十五”电力行业规划需求预测对各指标的总体预测情况是很准确的综合评价结果, 而且可以清晰地看出各层指标的预测准确度情况, 发现预测准确度不高的指标, 为今后的电力需求预测提供借鉴, 进而达到后评价的目的。

以 C 层各指标评价结果为例, 对区域人口的预测准确度最高, 其隶属于很准确的隶属度高达 0.93; 与之相反, 对年负荷特性的预测准确度相对较低, 其隶属于很准确的隶属度为 0.47, 主要原因是对指标年负荷率、年最小负荷率、月不均衡负荷率、季不均衡负荷率、年最大负荷利用小时数的预测准确度较低, 应当在今后加强对该类指标的分析 and 预测工作。

此外, α 的不同取值在一定程度上影响着评价结果, 随着 α 取值的不断增大, 各层指标预测的准确度逐步减小、不准度相应地逐步增大, 由此可以看出调整规划预测偏差比重的增大将会提高整个评价的准确性, 同时表明调整值很好地结合实际预测未来数值, 并对原预测值进行修改, 减少与实际值之间的偏差, 能够更好地指导电力发展规划, 这与规划的实际情况是相符的。

5 结语

针对电力需求预测具有复杂性、阶段性等特点, 同时兼顾电力需求预测和滚动调整预测对电力发展的不同指导意义和影响, 论文建立的电力需求预测分层后评价模型较好地解决了综合评价模型无法获得各层指标评价结果的局限性问题, 并且调整系数 α 的不同取值在一定程度上决定了滚动调整预测准确度对电力需求预测后评价的影响程度。

实际算例表明, 该模型能够很好地对电力需求预测准确度进行客观和准确的评价, 更好地为今后的电力需求预测提供借鉴。

参考文献

- [1] Ranaweera D K, Karady G G, Farmer R G. Economic Impact Analysis of Load Forecasting[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1997, 12 (3):1388-1392.
- [2] Kandil M S, El-Debeiky S M, Hasanien N E. Long-term Load Forecasting for Fast Developing Utility Using a Knowledge-based Expert System[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2002, 17(2):491-496.
- [3] Douglas A P, Breipohl A M, Lee F N, et al. Risk Due to Load Forecast Uncertainty in Short Term Power System Planning[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1998, 13 (4):1493-1499.
- [4] 谭家茂, 黄少先. 基于模糊理论的电能质量综合评价方法研究[J]. 继电器, 2006, 34(3):55-59.
TAN Jia-mao, HUANG Shao-xian. Research on Synthetic Evaluation Method of Power Quality Based on Fuzzy Theory[J]. Relay, 2006, 34(3):55-59.
- [5] 纪航, 朱永利, 郭伟. 基于模糊综合评价的变压器状态评分方法研究[J]. 继电器, 2006, 34(5):29-33.
JI Hang, ZHU Yong-li, GUO Wei. Research of Transformer Condition Grading Based on Fuzzy Synthesis Evaluation[J]. Relay, 2006, 34(5):29-33.
- [6] 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. Principle and Application of Synthetic Evaluation[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.
- [7] Mccauley-Bell P, Badiru A. Fuzzy Modeling and Analytic Hierarchy Processing to Quantify Risk Levels Associated with Occupational Injuries-part I: the Development of Fuzzy-linguistic Risk Levels[J]. IEEE Trans on Fuzzy System, 1996, 4(2):124-131.

(下转第 101 页 continued on page 101)

或误接线,如解开联跳回路则可避免此次事故。解线时要依次解开,用胶布包好后方可解下一条。

3)未确认回路正确前,不得投开关操作电源,以防存在寄生回路或串入电位造成事故。二次回路中操作电源往往是公共的,正负端之间并入的回路较多,难免有寄生现象存在,要采取相应的措施确保电源不会倒送,如加装二极管防止反向导通。

4)所有涉及到失灵及母差直跳、非电量直跳回路的开入应一律采用双开入的强电中间继电器,中间继电器的动作电压应大于 55%,小于 70%的直流电源电压,启动功率为 5 W 以上,由中间继电器触点对直跳回路进行开入重动,这样的做法与国网公司“18 项反措”要求一致(见:2005 年 11 月国调中心下发的《〈国家电网公司十八项电网重大反事故措施〉(试行)继电保护专业重点实施要求》6.7 条中规定“所有涉及直接跳闸的重要回路应采用动作电压在额定直流电源电压的 55%~70%范围以内的中间继电器,并要求其动作功率不低于 5 W”)。

参考文献

- [1] 胡月,司志强,刘效东,等.500 kV 断路器单相接人造成发电机损坏分析[J].华东电力,2003,(10):58-59.
[2] 樊剑波,李红莉,张战永.一次失灵保护误动分析及改进方法[J].继电器,2004,32(18):73-74.

FAN Jian-bo, LI Hong-li, ZHANG Zhan-yong. Analysis of a Maloperation of Breaker Failure Protection with Improving Method of Protection[J]. Relay, 2004,32(18): 73-74.

- [3] 高旭,胥桂仙,孙集伟,等.一起典型的 500kV 失灵保护误动分析[J].电力系统自动化,2007,31(8):108-110.
GAO Xu, XU Gui-xian, SUN Ji-wei, et al. Analysis of Failure Element Maloperation of 500kV Protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007,31(8): 108-110.
[4] 王永红,郭旭光.某 500 kV 母线保护失灵元件误动分析[J].继电器,2007,35(4):97-99.
WANG Yong-hong, GUO Xu-guang. Analysis of Failure Element Maloperation of a 500 kV Bus Protection[J]. Relay, 2007,35(4):97-99.
[5] 郑茂,程建明.500kV 失灵保护配置原理及优化方案[J].华东电力,2003,(10):52-54.
ZHENG Mao, CHENG Jian-ming. Configuration Principle of 500 kV Failure Protection and Its Optimization Plan[J]. East China Electric Power, 2003,(10): 52-54.

收稿日期:2007-08-03; 修回日期:2007-08-11

作者简介:

张静伟(1981-),男,硕士研究生,从事继电保护工作;
E-mail: gxysmd@163.com
庄泽宏(1978-),男,硕士研究生,从事继电保护工作。

(上接第 49 页 continued from page 49)

- [8] Mccauley-Bell P, Badiru A. Fuzzy Modeling and Analytic Hierarchy Processing to Quantify Risk Levels Associated with Occupational Injuries-part II: the Development of Fuzzy Rule-based Model for the Prediction of Injury[J]. IEEE Trans on Fuzzy System, 1996, 4(2):132-138.
[9] 胡宝清.模糊理论基础[J].武汉:武汉大学出版社,2004.
HU Bao-qing. The Foundation of Fuzzy Set Theory[J]. Wuhan: Wuhan University Press, 2004.
[10] 牛东晓,曹树华,赵磊,等.电力负荷预测技术及其应用[M].北京:中国电力出版社,1998.
NIU Dong-xiao, CAO Shu-hua, ZHAO Lei, et al. Technology and Its Application of Load Forecasting[M]. Beijing: China Electric Power Press,

1998.

收稿日期:2008-01-09

作者简介:

王茜(1982-),男,硕士研究生,进行电力项目后评价和电力市场辅助服务方面的研究;E-mail:wangqian39080@163.com;

王雁凌(1970-),女,博士,副教授,从事电力市场领域的研究和开发工作;

张粒子(1963-),女,教授,博士生导师,从事电力市场理论与应用、电价理论与应用、电力系统优化运行与安全分析等方面的研究。

(上接第 98 页 continued from page 98)

2)积极与上级部门和生产厂家联系,查找和学习有关标准、技术规范,争取确定符合现场运行条件的继电器检验手段,努力做到提前预防。

3)积极与上级部门和生产厂家联系,结合我公司运行状况,将使用年限到或性能不好的密封继电器及时更换。

4)对我公司管辖的同类型保护装置的密封继电

器进行普查,同时与有关厂家联系,对不满足要求的所有 TBJ 继电器进行更换,防止该站此类事故的再次发生。

收稿日期:2008-02-27; 修回日期:2008-03-13

作者简介:

刘栋梁(1975-),男,工程师,从事设备技术监督和变电运行管理工作。E-mail:ldlwxh123@163.com