

DOI: 10.7667/PSPC160671

高载能企业电价承受能力测算及分析

黄宗宏¹, 王诚良¹, 赵利军², 屈高强¹, 田星¹, 党东升¹

(1. 国网宁夏省电力公司经济技术研究院, 宁夏 银川 750001; 2. 国网宁夏省电力公司发展规划部, 宁夏 银川 750001)

摘要: 在中国经济进入中低速增长的新常态和国家加大产业结构调整、节能减排政策力度的背景下, 高载能产业发展态势逐年疲软。此外, 由于高载能产业用能成本占比较大, 未来电力市场电价的波动存在不确定性, 也会在一定程度上影响高载能产业的发展, 从而对地区负荷的稳定和发展造成影响。根据高载能产业的成本构成, 应用多因素敏感度分析法建立了企业电价承受能力测算模型。结合现阶段高载能行业所面临的市场环境, 对其电价承受能力进行分析, 并指出未来电力市场电价的波动是对地区用电市场发展一个重大考验。

关键词: 高载能企业; 成本构成; 电价承受能力; 多因素敏感性分析; 负荷水平

Calculation and analysis of energy-intensive enterprise's electrovalence affordability

HUANG Zonghong¹, WANG Chengliang¹, ZHAO Lijun², QU Gaoqiang¹, TIAN Xing¹, DANG Dongsheng¹

(1. State Grid Ningxia Electric Power Eco-Tech Research Institute, Yinchuan 750001, China;

2. State Grid Ningxia Development & Planning Division, Yinchuan 750001, China)

Abstract: The recent years have witnessed a surge in the development of China's "new normal" economic strategy with lower GDP nationwide, subsequently the power consumption industry has been subjected to go through a bottleneck due to industrial structure reorganization and energy saving. Furthermore, electricity price can be fluctuated in the future power market in response to higher energy cost, which may influence further development in power consumption industry and then make region load unstable. In the light of the cost proportion in power consumption industry, the enterprise electrovalence affordability calculating model via multifactor sensibility analysis is applied in this research. Taking current market condition into consideration, herein this paper analyzes electrovalence affordability of power consumption industry to highlight the importance of the impact of electricity price fluctuation in the future market exerted on regional power consumption.

Key words: energy-intensive enterprise; cost structure; electrovalence affordability; multifactor sensibility analysis; load level

0 引言

高载能企业一直备受电网企业关注, 其发展态势直接影响地区负荷水平和电网企业的生产经营。尤其是以宁夏、甘肃为首的西部省份, 随着东部沿海地区一些对资源、能源依赖性较强的上游产业不断向西部转移, 高载能产业已经成为当地的支柱产业, 其用电量的变化基本决定了当地用电量的走势^[1]。

“十二五”期间, 国家加大了经济结构调整和节能减排工作力度^[2], 高载能企业首当其冲, 发展态势逐年疲软, 其用电负荷的降低和用电量的减少造成了地区用电量的停滞。此外, 高载能产业电能成本比重较高, 其发展和用电量情况受到电价水平的严重制约。随着电力体制改革的不断推进, 输配电

价的重新核定和售电公司的成立将在很大程度上对电价带来波动^[3-5], 由于高载能产业是用电大户, 电能成本占生产成本的比重很高, 电价波动对高载能产业的生产成本和盈利能力影响极大, 将直接影响整个高载能产业的发展趋势; 另一方面, 高载能产业的发展趋势又会进一步影响到地区总体用电量水平与电力市场的稳定发展。因此, 研究高载能企业对电价波动的承受能力, 进而分析电价对高载能产业乃至地区负荷水平的影响, 是十分必要的。

国内不少专家学者也对用户电价承受能力进行了相关研究, 但大多停留在定性分析和判断上, 没有对用户电价承受能力的影响因素作出研判, 未给出详细的用户电价承受范围。文献[6]通过对不同产业亿元产值所耗电能成本的对比, 判断不同产业

对电价承受能力的强弱;文献[7]建立了居民用户的收入支出比模型,并通过电费支出占收入的比重与国内外典型国家各类典型用户的电费支出占收入比重的比较,对居民用户的电价承受能力进行分析;文献[8]根据居民用户的收入和电费支出建立电价上涨承受能力系数,通过与历史数据平均值的比较来判断用户电价承受能力的强弱;文献[9]将产业产值、利润率和用电单耗作为输入层,电价水平作为输出层,利用神经网络法对历史数据进行培训,通过设置产业产值、用电单耗和可承受的利润范围的来计算可承受电价。本文对电解铝等高载能产业进行了细致的生产成本分析,通过企业净利率对电价敏感性分析构建了多因素变化下企业电承受能力测算模型,细致、全面地阐明了在不同环境下,电价变动对企业净利率的影响,最后根据算例结果,结合当前高载能产业所面临的市场环境,分析电价波动对高载能发展和地区负荷水平的影响。

1 典型高载能产业生产成本构成

高载能产业生产成本主要包括原材料、电能成本和其他费用(工资及其他管理费用、设备损耗及折旧、财务费用、运输费用、税收)等^[10]。各类高载能产业中电能成本占总成本比重存在较大差异,如图1所示。

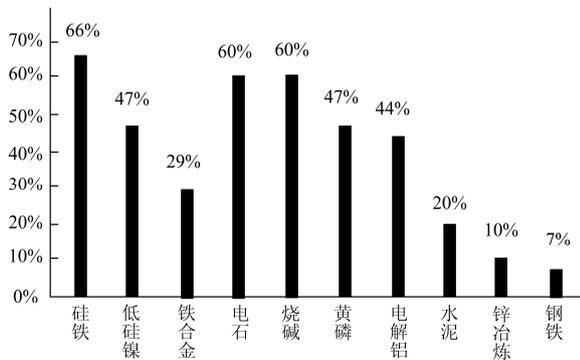


图1 高载能产业电能成本比重对比图

Fig. 1 Proportion of electricity costs in different energy-intensive industries

由图1可知,铁合金、电石、烧碱、黄磷和电解铝产业中电能成本占总成本的比重较高,电价波动将会严重影响这些产业的盈利能力和生产经营。水泥、锌冶炼和钢铁产业电能成本比重相对较低,电价波动对这些产业盈利能力和生产经营的影响较为有限。

对于具体产业产品的成本构成,以电解铝产业为例,根据电解铝的生产工艺流程,电解铝的生产

成本大致由下面几部分构成。

- 1) 原材料:氧化铝、冰晶石、氟化铝、添加剂(氟化钙、氟化镁等)、阳极材料;
- 2) 能源成本:电力(直流电和交流电)、燃料油;
- 3) 其他费用:工资及其他管理费用、设备损耗及折旧、财务费用、运输费用、税收等。

从目前国内电解铝厂来看,每生产1吨电解铝平均消耗15000 kWh左右,按照平均每kWh电价0.4元计算,每吨电解铝仅耗电一项成本就高达6000元,约占总成本的40%左右,对于国内电解铝企业来说,氧化铝在电解铝成本构成中的差异不是太大,主要的还是电力成本相差较多所造成的优势差别。据此估算,电价每降低1分,将使得电解铝的平均成本降低2.5%。

2 电价承受能力多因素敏感性分析

2.1 确定敏感性分析目标与步骤

敏感性分析法^[11-12]为一种具有不确定性的分析方法,常用于判断研究项目承担风险的能力,从诸多不确定的影响因素中提取对项目有重要影响的影响因素,分析并测算当影响因素发生改变时对项目影响程度的大小。多因素敏感性分析在研究某一因素改变时对项目产生的影响时,假定其他因素均没有发生变化,这些影响因素是相互独立的,通过改变两种或两种以上的影响因素,研究分析其对项目带来的影响。

2.1.1 敏感性分析目标

高载能产业电能成本占生产成本的比重很高,电价波动对高载能产业的生产成本和盈利能力影响极大,另一方面,在实际的生产经营过程中,由于受市场供需变化的影响,某些高载能产业的原料成本和产品售价往往波动幅度较大,进而对高载能企业的盈利水平造成比较大的影响,此时高载能企业的电价承受能力也随之发生变化。因此本文将根据如表1所示的高载能产业的成本构成,应用多因素敏感性分析法对企业电价承受能力进行测算和分析。

表1 企业生产经营数据^[13]

类别	销售成本 ($C = C_m + C_e + C_o$)			各项税金 期间及附 费用加	销售 净利率
	主要原材料 成本	电能成本	其他生产 成本		
产品	$C_m = P_m \times Q_m$	$C_e = P_e \times Q_e$	C_o	C_f C_t	P_s R_g

表1中: C为单位产品总成本; C_f 为税金及附

加费用； C_m 为单位产品主要原材料的成本； C_e 为单位产品的电能成本； C_o 为其它生产成本； P_m 为原材料价格； Q_m 为原材料耗量； P_e 为电能价格； Q_e 为电能耗量； C_f 为各项期间费用(管理费用、财务费用、销售费用)； C_t 为税金及附加； P_s 为产品售价； R_g 为产品销售净利率。

2.1.2 敏感性分析步骤

1) 确定敏感性分析指标

敏感性分析法将项目方案的经济效益作为研究对象，分析该方案的可靠性和准确性。为了更好地分析影响因素变动对项目经济效益的影响，需要确定一系列的指标来评价。本文将选取企业销售净利率作为指标进行分析。

2) 选择需要分析的敏感性因素

指标的影响因素往往较多，其改变对指标的影响也不同，通常针对具体指标选取若干对指标影响程度大的因素进行计算分析，本文选取电价、产品销售价格、原材料价格作为敏感性因素，认为其他生产成本、各项期间费用和税金及附加费用的变化极小，对其不做讨论。

3) 敏感性因素分析

当敏感性因素发生变化时，应用多因素敏感性分析法计算因素发生变化时对指标的影响程度，最终对各个因素对指标的影响程度进行综合评价和分析。

2.2 企业电价承受能力测算模型

1) 销售净利率

销售净利率是净利润与销售收入(或营业收入)的比值：

$$R_g = \frac{(P_s - C) \times Q - C_f - C_t}{P_s \times Q} \times 100\% \quad (1)$$

式中， Q 是企业产品产量。

2) 净利率对 P_s , P_m , P_e 的敏感度

$$R_g | P_s = \frac{C \times Q + C_f + C_t}{P_s^2 \times Q} \quad (2)$$

$$R_g | P_m = -\frac{Q_m}{P_s} \quad (3)$$

$$R_g | P_e = -\frac{Q_e}{P_s} \quad (4)$$

$$\Delta R_g = R_g | P_s \times \Delta P_s + R_g | P_m \times \Delta P_m + R_g | P_e \times \Delta P_e \quad (5)$$

式中： $R_g | P_s$ 为净利率对产品售价 P_s 的敏感度，表示提高单位产品售价所带来的净利率变动量； $R_g | P_m$ 为净利率对原材料价格 P_m 的敏感度，表示提

高单位原材料价格所带来的净利率变动量； $R_g | P_e$ 为净利率对电能价格 P_e 的敏感度，表示提高单位电能价格所带来的净利率变动量； ΔR_g 表示净利率的变动量； ΔP_s , ΔP_m , ΔP_e 分别表示产品售价、原材料单价和电价的变动量。

3) 电价承受能力测算式

设 Δr_s , Δr_m , Δr_e 分别表示产品售价、原材料单价和电价的变动百分比，得到企业可承受的电价波动百分比与净利率变动量、产品售价变动百分比、原材料价格变动百分比的关系式：

$$\Delta r_e = -\frac{P_s}{C_e} \times \Delta R_g + \frac{C \times Q + C_f + C_t}{C_e \times Q} \times \Delta r_s - \frac{C_m}{C_e} \times \Delta r_m \quad (6)$$

基于企业当前净利率水平，通过设置企业可接受的最低净利率，并调整企业的售价与成本变动，计算得到企业能够承受的最大电价浮动百分比，进而计算出企业可承受的最大电价水平(企业最低净利率的取值可参考同产业平均水平)。

3 高载能企业电价承受能力算例

3.1 基础数据

以某典型铁合金企业实际经营数据和 2010—2012 《中国统计摘要》^[14] 数据为例，对该企业电价承受能力进行测算，以验证该模型方法的有效性和实用性。基础数据如表 2、表 3 所示。

表 2 典型铁合金企业 2010—2012 年经营数据

Table 2 Operating data of a typical ferroalloy enterprise in 2010—2012

年度		2010 年	2011 年	2012 年
年产量(万吨)		0.18	0.18	0.13
产	产品终端价格/(元/吨)	6000	8000	9000
	单位产品钛精矿成本/(元/吨)	1200	2100	3600
品	单位产品电能成本/(元/吨)	1152	1152	1152
	单位产品运输成本/(元/吨)	340	460	550
信	其他生产成本/(元/吨)	1290	1288	1398
	单位产品总成本/(元/吨)	3982	5000	6700

表 3 2010—2012 年规模以上工业其他成本费用占毛利比重

Table 3 Proportion of the other cost in the gross profit of enterprises above designated size in 2010—2012

	2010 年	2011 年	2012 年
税金及附加费用占比	8.49%	10.37%	10.35%
各项期间费用占比	38.82%	44.33%	46.97%

注：数据取自 2010—2012 《中国统计摘要》，因缺少企业税金及附加、各项期间费用数据，因此采用规模以上工业的平均数据。

3.2 测算结果

1) 企业利润水平

根据表 2、表 3 数据和公式(1), 计算得到该公司 2010-2012 年 3 年的净利率水平, 计算结果见表 4。

表 4 典型铁合金企业 2010—2012 净利率

Table 4 Net interest rate of the typical ferroalloy enterprise in 2010—2012

年度	2010 年	2011 年	2012 年
钛渣净利率	17.72%	16.99%	10.91%

2) 企业利润对售价、原材料价格和电价变动百分比的敏感度

根据表 4 和式(2)一式(4), 得到该公司钛渣净利率对售价、原材料价格和电价变动百分比的敏感度, 如表 5 所示。

表 5 典型铁合金企业 2010—2012 净利率对各因素变动百分比的敏感度

Table 5 Sensitivity of the net interest rate to different factors of the typical ferroalloy enterprise in 2010—2012

年度	2010 年	2011 年	2012 年
钛渣净利率对售价的敏感度	0.823	0.830	0.850
钛渣净利率对原料价格的敏感度	-0.200	-0.263	-0.379
钛渣净利率对电价的敏感度	-0.192	-0.144	-0.128

3) 电价承受能力测算式

将表 5 中的 2012 年数据代入式(6), 得到企业可承受的电价波动百分比与净利率变动量、产品售价变动百分比、原材料价格变动百分比的数值表达式。

$$\Delta r_e = -7.813 \times \Delta R_g + 6.960 \times \Delta r_s - 3.125 \times \Delta r_m \quad (7)$$

4) 可承受电价区间测算

以 2012 年的数据为基准, 钛渣净利率为 10.91%。假设企业可接受的最低净利率为 8%, 当产品售价分别上涨和下降 1%, 其他成本项保持不变。此时上调产品用电价格, 则可承受的电价涨幅范围与波动区间如表 6 所示。

表 6 售价变动百分比对电价承受能力的影响

Table 6 Impacts of price changes on electrovalence affordability

	可承受电价涨幅范围	可承受电价波动范围/(元/kWh)
产品售价不变	0%~22.72%	0.4475~0.5492
产品售价上涨 1%	0%~29.70%	0.4475~0.5804
产品售价下降 1%	0%~15.78%	0.4475~0.5181

假设主要原材料成本分别上涨和下降 1%, 其他成本项保持不变。此时上调产品用电价格, 且企业可接受的最低净利率仍为 8%, 则可承受的电价

涨幅范围与波动区间如表 7 所示。

表 7 原材料成本变动百分比对电价承受能力的影响

Table 7 Impacts of material cost changes on electrovalence affordability

	可承受 电价涨幅范围	可承受 电价波动范围/(元/kWh)
主要原材料成本不变	0%~22.72%	0.4475~0.5492
主要原材料成本上涨 1%	0%~19.60%	0.4475~0.5352
主要原材料成本下降 1%	0%~25.87%	0.4475~0.5632

3.3 算例简要分析

1) 售价、原材料成本不变

在售价与原材料价格不变的情况下, 从 2012 年数据上看, 该高钛渣企业对电价能力具有较强的承受能力, 显然这对总体高载能产业来说不具有代表性, 主要在于两方面原因: (1) 该企业在 2012 年的销售净利率和设定可接受最低净利率分别为 10.91%、8%, 远超出同年总体铁合金产业 1.9% 的平均数值; (2) 该企业 2012 年电能成本比重仅为 17%, 远远低于电解铝、硅石、电石等典型高载能行业的用电占比, 在低电能成本占比下, 销售净利率对电价的敏感性将不够明显, 因而企业能承受更强的电价上涨幅度。

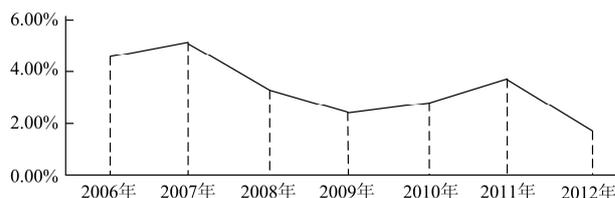


图 2 2006—2012 年我国铁合金产业销售净利率

Fig. 2 Sale net interest rates of the domestic ferroalloy industry in 2006—2012

2) 售价、原材料成本改变

售价、原材料成本改变的情况下, 根据表 6、7 数据可知, 产品售价和原材料成本变化对企业对电价上调的承受能力影响均较为明显, 其中售价波动带来的影响尤为显著, 约为原材料成本变化影响的两倍。由表中数据与式(7)可知, 当单方面售价下降 4% 或原料成本上涨 8% 的情况下, 企业对电价上涨的承受能力将变为负值, 这意味着在保持当前电价不变的情况下, 企业将不能接受此时的利润率而选择减少产量或是完全退出市场, 那么电网将失去这一部分负荷。

4 企业电价承受能力综合分析

在实际的生产经营中, 由于高载能产业原料成

本和售价在不断波动,高载能企业对电价上涨的承受能力极为脆弱,受市场供需变化的影响,铁合金等高载能产业的原料成本和产品售价波动幅度往往较大,年初到年末的售价差甚至存在超出 20% 的情况,因此实际中也必须要考虑原料成本和售价变动对电价承受能力的影响。

表 8 2012、2015 年国内高钛渣与钛精矿价格数据(元/吨)

Table 8 Price data of the domestic high titanium slag and ilmenite concentrate in 2012 and 2015

		1月4日	4月5日	7月2日	9月24日	12月21日
2012年	高钛渣	9300	10400	9200	8700	8200
	钛精矿	2375	1940	2065	1675	1390
2015年	高钛渣	4400	4350	4100	3950	3850
	钛精矿	580	510	550	510	500

由表 8 可知,钛渣产业产品售价与原材料成本自 2012 年以来都呈现出明显的下降趋势,产品售价下降了近一半,目前稳定在 4000 元/吨,原材料价格约为之前的 1/4,目前稳定在 500 元/吨(产品售价与原材料价格的下降趋势同时也验证了算例公式(7)的正确性,即对钛渣产业,其售价与原材料的价格波动影响能相互抵消,而售价影响幅度约为原材料成本影响的两倍)。

在钛渣产业的产品成本构成中,由于生产技术与电价基本未变,单位钛渣的电能成本基本保持不变,这也意味着自 2012 年以来,电能成本在钛渣产业总成本所占比重逐渐增大,根据式(1),钛渣企业对电价波动的敏感性目前已增长到 2012 年的两倍,相应的电价承受能力也会降为原先的 1/2。根据 4.3 节可知,在单方面产品售价下降 4% 或原材料成本上涨 8% 的情况下,该典型高钛渣企业对电价上涨的承受能力将变为负值,同时当产品售价与原材料成本变化的影响幅度不能相互抵消时,企业电价承受能力就会随之改变;若是两者的影响幅度抵消后仍出现单方面价格的涨幅或降幅过大,将会出现负的电价承受能力。一般情况下,产品售价和原材料价格之间存在联动性,但在部分时期,产品售价与原材料价格的波动可能会失去一致性,这将会瞬间急剧增大或减小企业对电价上涨的承受能力,如 2012 年的 4 月 5 日—7 月 2 日期间,产品售价下降、原材料成本上涨,企业对电价上涨的承受能力急剧降低。

通过对算例与当前市场环境的结合分析,主要得出以下两点结论。

1) 对企业电价承受能力的思考

总体来说,高载能企业对电价波动的承受能力

与电能成本比重和企业当前盈利水平密切相关。一般情况下,电能成本比重越小,电价波动对企业盈利能力和生产经营的影响越有限,因而企业对电价波动的承受能力也越强;电能成本比重越大,企业对电价波动的反应也越敏感。但是,当企业利润水平较低时,即使电能成本比重不高,电价上涨会使企业盈利水平进一步恶化,从而对企业生产经营造成一定的负面影响。

此外,原料价格和产品售价的波动会显著影响高载能企业的电价承受能力。而原料价格和产品售价往往与经济环境和产品供需变化紧密相关,具有较大的不确定性,因此基于确定的原料价格和产品售价得到的企业电价承受能力具有一定的局限性。

2) 对地区负荷的思考

受国内经济增速放缓和产业结构调整、节能减排政策力度加大的影响,高载能产业发展低迷,诸多高载能企业通过减产甚至暂时停产来降低亏损,使其用电量大幅减少。未来电力市场电价的波动存在不确定性,将会在一定程度上影响高载能产业的发展,从而对地区负荷的稳定和发展造成影响,这对地区用电市场未来的发展是一个重大的考验。

5 结语

本文对典型高载能产业进行了生产成本分析,基于企业净利率对电价敏感性分析建立了多因素企业电价承受能力测算模型,细致、全面地阐明了电价变动对企业净利率的影响,通过以某典型高载能企业实际经营数据为例,应用测算模型对其电价承受能力进行测算,验证了该模型方法的有效性和实用性。

通过结合算例分析与当前高载能产业所面临的市场环境,进一步说明高载能企业电价承受能力的新形势,并对拉动地区负荷水平问题提出了相关思考,为高载能产业的发展和地区负荷水平的提升提供参考。

参考文献

- [1] 李雪红,王维洲,吴悦.高载能产业转移对甘肃省电力市场的影响[J].中国电业(技术版),2011(4):66-69.
LI Xuehong, WANG Weizhou, WU Yue. The influence of highly energy-wasting industrial transfer to power market of Gansu province[J]. China Electric Power (Technology Edition), 2011(4): 66-69.
- [2] 文旭,郭琳,王俊梅,等.面向节能减排的电力系统发购电计划研究述评[J].电力系统保护与控制,2015,43(9):136-144.
WEN Xu, GUO Lin, WANG Junmei, et al. Overview of

- power dispatch and purchasing plan in power system from energy-saving and emission-reducing[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(9): 136-144.
- [3] 白杨, 李昂, 夏清. 新形势下电力市场营销模式与新型电价体系[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 45(5): 10-16.
BAI Yang, LI Ang, XIA Qing. Electricity business marketing modes in the new environment and new electricity pricing systems[J]. Power System Protection and Control, 2016, 45(5): 10-16.
- [4] 熊尚飞, 邹小燕. 电力市场价格风险价值与波动预测研究综述[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(2): 146-153.
XIONG Shangfei, ZOU Xiaoyan. Value at risk and price volatility forecasting in electricity market: a literature review[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(2): 146-153.
- [5] 刘丽燕, 邹小燕. GARCH 族模型在电力市场电价预测中的比较研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(4): 57-63.
LIU Liyan, ZHOU Xiaoyan. Comparison of GARCH models in electricity price forecasting[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(4): 57-63.
- [6] 王尊相, 马光文. 四川省工业企业电价承受能力分析[J]. 四川水力发电, 1999, 18(2): 3-5, 92.
WANG Zunxiang, MA Guangwen. Electricity capacity analysis industrial enterprises in Sichuan province[J]. Sichuan Water Power, 1999, 18(2): 3-5, 92.
- [7] 何永秀. 我国居民用户电价承受能力研究——基于北京市电力市场数据[J]. 价格理论与实践, 2012(5): 26-28.
HE Yongxiu. Research on residents user' electrovalence affordability-based on the Beijing electric power market data price[J]. Theory & Practice, 2012(5): 26-28.
- [8] 赵勇, 张红. 陕西地方经济发展水平与电价承受能力的研究[J]. 陕西电力, 2009, 37(10): 20-23.
ZHAO Yong, ZHANG Hong. Research on local economic development and electrovalence affordability in Shaanxi province[J]. Shaanxi Electric Power, 2009, 37(10): 20-23.
- [9] 张凯. 用户电价承受能力研究的神经网络方法[J]. 电力技术经济, 2001(2): 51-53.
ZHANG Kai. The neural network algorithm on electrovalence affordability[J]. Electric Power Technologic Economics, 2001(2): 51-53.
- [10] 秦睿, 张世才, 张顺. 高耗能企业电价承受能力分析及对策[J]. 工业仪表与自动化装置, 2013(6): 117-119.
QIN Rui, ZHANG Shicai, ZHANG Shun. Electrovalence affordability[J]. Industrial Instrumentation & Automation, 2013(6): 117-119.
- [11] 谢高第. 《敏感性数据分析与可靠性评定》评介[J]. 含能材料, 1996(1): 45.
XIE Gaodi. Data sensitivity analysis and reliability assessment[J]. Chinese Journal of Energetic Materials, 1996(1): 45.
- [12] 黄付顺, 王倩, 何美华, 等. 基于综合敏感性分析的时序分布式电源规划[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(10): 44-50.
HUANG Fushun, WANG Qian, HE Meihua, et al. Timing distributed power planning based on a comprehensive sensitivity analysis[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(10): 44-50.
- [13] 国务院国资委财务监督与考核评价局. 企业绩效评价标准值 2014[M]. 北京: 经济科学出版社, 2014.
- [14] 国家统计局. 中国统计摘要[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.

收稿日期: 2016-03-31; 修回日期: 2016-08-25

作者简介:

黄宗宏(1969-), 男, 本科, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统及其自动化, 电力市场; E-mail: zongkonghuan@163.com

王诚良(1970-), 男, 本科, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统及其自动化, 电网规划; E-mail: nxwcl@163.com

赵利军(1972-), 男, 本科, 高级工程师, 主要研究方向为电网运行控制技术, 电网规划。E-mail: 13995117785@163.com

(编辑 姜新丽)