

“上大压小”项目的投资经济评价

董 军, 张 婧

(华北电力大学 工商管理学院, 北京 102206)

摘 要:本文分别运用折现现金流法和基于实物期权的经济评价方法,采用案例分析的形式,对“上大压小”政策执行中部分尚未达到寿命期的 20 万千瓦机组的关停时机及其经济性问题进行了分析,并对折现现金流法以及基于实物期权的评价方法的结果及其适用性进行了对比;同时,在采用折现现金流法时,对发电企业进行了财务经济评价和国民经济评价,并对机组单位造价、上网电价、煤价等因素进行了敏感性分析,在评价过程中量化了案例中各备选方案的环境成本。本文还应用实物期权理论研究了大机组滞后投资问题。两种方法的评价结果均表明,从全社会的福利角度出发,对尚未达到寿命期的小机组不应该立即关停,而应该使其继续运行到寿命期末再上大机组。本文所采用的经济评价方法能够为“上大压小”项目的执行提供辅助决策支持。

关键词:“上大压小”;折现现金流法;环境成本;实物期权

中图分类号:F424 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2008)10-0041-07

近年来,我国电力工业规模不断扩大,其能源消耗和污染排放问题日益突出。2006 年,我国发电用原煤超过 12 亿吨,占我国煤炭消费总量的一半,其排放的 SO₂ 占全国排放总量的 54%,火电机组的总体能耗明显偏高,这说明我国的电力工业结构不合理,增长方式粗放问题较突出,特别是能耗高、污染重的小火电机组比重偏大,不利于提高能源利用效率和保护生态环境。2006 年,我国火电机组供电标准煤耗为每千瓦时 366 克,较国际先进水平高出 60 克左右^[1]。这一事实表明了我国电力工业节能潜力较大。

为了实现节能减排的目标,国家发改委出台了“上大压小”政策,要求“十一五”期间关停小火电 5000 万千瓦。张学先^[2]指出,现有的小机组若能够完全由大机组所替代,则一年可节能 9000 万吨标煤,相应减少 SO₂ 排放量 220 万吨,少排放 CO 为 2.2 亿吨。朱成章^[3]指出,实行“上大压小”政策,节能量确实是客观存在的,但是在经济高速增长时,不仅可能没有节能量,反而会因单位 GDP 的电耗增大而导致能耗增加。关停小机组,虽然降低了煤耗,改善了电能生产效率,但也带来了一系列诸如人员安置、资产评估与处置等方面的问题。由于电厂尤其是火电厂是 SO₂ 与 CO₂ 等污染物的主要排放源,将

环境成本内部化并计入发电成本是相当重要的一项工作,因此目前有很多关于环境成本的研究^[4,5]。电力工业在执行节能减排政策的过程中,主要采取两项政策,一项是“上大压小”政策,另一项是节能调度政策^[6-10],也就是通过在电力工业中采取最优化调度和机组组合来提高能源使用效率,减少污染物排放量。

在“上大压小”政策的执行过程中,从经济效益角度出发,在那些尚未达到经济寿命的 200MW 机组的关停问题上存在一些争议。是否该立即关停这部分机组,如何选择机组的关停时机,解决这些问题需要对“上大压小”项目进行经济评价,需要计算“上大压小”项目的节能效果和经济效益。通过文献检索可发现,目前有关“上大压小”政策的经济分析研究并不太多,大多数研究仅仅通过计算煤耗和 SO₂ 减排量来评价项目的可行性^[12,11]。本文将采用一个简化的案例,分别采用折现现金流(discounted cash flow, DCF)方法和基于实物期权的经济评价方法,对小机组的关停时机选择进行评价。

1 折现现金流评价方法

折现现金流法主要是用相应的折现率对未来各期的现金流量进行资金等值计算,求得净现值,从待

收稿日期:2008-05-09

作者简介:董军(1965—),女,陕西西安人,华北电力大学工商管理学院教授,硕士生导师,博士,研究方向:能源与电力经济;张婧(1986—),女,安徽安庆人,华北电力大学工商管理学院硕士研究生,研究方向:能源与电力经济。

选方案中选择净现值最大且为正的方案。DCF 法的评价指标主要分为两类:以货币单位计量的价值型指标,如净现值、净年值、费用年值等;反映资金利用效率的效率型指标,如投资收益率、内部收益率、净现值指数等^[12]。

在评价“上大压小”项目的经济性与可行性方面,本文将分别从发电企业角度进行财务分析和从社会角度进行国民经济评价,具体采用净年值指标和费用年值指标计算项目的年收益和年费用。

1.1 “上大压小”方案的财务评价指标

从发电企业角度对“上大压小”方案进行财务评价,以年净收益值和单位发电量净收益值为指标。发电企业的现金流出包括初始建设投资以及燃料费用,现金流入为电费收益。按照净年值的思想,把所有的现金流贴现到初始年,然后再分摊到寿命期各年,就可得到发电企业的年净收益值。单位发电量净收益值为总的净收益除以总的发电量。

1.2 “上大压小”方案的国民经济评价指标

财务评价研究只限于企业或项目本身,其收益、费用分析的范围较小,而国民经济评价则是从整个国家的角度出发,其收益、费用分析设计范围较广^[13]。

在国民经济评价中,不同方案的电能的影子价

格相同,所以不考虑收益,只考虑费用,以年费用、单位发电量费用和单位发电量燃料费用为指标。初始建设投资与燃料费用经过贴现后再分摊到各年,得到年费用。单位发电量费用为总的费用除以总的发电量。单位发电量燃料费用为总的燃料费用除以总的发电量。

2 案例分析

2.1 方案与参数假设

本文集中研究尚未达到经济寿命的 200MW 机组的关停时机问题。应用一个简化的案例,对立即关停 200MW 机组并用 600MW 机组替代和减缓关停等方案进行分析比较。假设 200MW 机组已运行 15 年,拟比较以下 3 个方案:

方案 1:2 台 200MW 机组立即关停,同时投产 1 台 600MW 新机组。

方案 2:2 台 200MW 机组再运行 5 年后关停,同时投产 1 台 600MW 新机组。

方案 3:2 台 200MW 机组运行至寿命期末,即再运行 10 年后关停,同时投产 1 台 600MW 新机组。

基本参数假设见表 1。社会折现率为 10%,财务评价行业基准收益率为 8%。

表 1 发电机组的相关参数

机组 (MW)	初始投资 (元/千瓦)	煤耗率 (克标煤/千瓦时)	上网电价 (元/千瓦时)	燃料价格 (元/吨标煤)	年利用小时数 (小时/年)	生命周期 (年)
200	5 000	350	0.26	500	5 000	25
600	4 500	300	0.33	500	5 000	35

2.2 方案的计算方法

1) 方案 1 的财务评价指标。计算公式如下:

$$NPV_1 = (R_1 - I_2) + (CI_2 - CO_2) \times (P/A, i_0, m_2);$$

$$NAV_1 = NPV_1 \times (A/P, i_0, m_2);$$

$$E_1 = C_2 \times h_2;$$

$$aveNAV_1 = NAV_1 / E_1。$$

其中:NAV 表示年净收益值;aveNAV 表示单位发电量净收益值;R₁ 表示 200MW 机组的残值;I₂ 表示 600MW 机组的初始建设投资;CI₂ 表示 600MW 机组的年收入;CO₂ 表示 600MW 机组的运行成本(主要是燃料成本);E₁ 为方案 1 的年发电量;C₂ 为 600MW 机组的装机容量;h₂ 为 600MW 机组的年运行小时数;i₀ 表示行业基准折现率;m₂ 表示 600MW 机组的寿命周期。

采用同样的方法可以计算方案 2 和方案 3 的财务评价指标值。

2) 方案 1 的国民经济评价指标。计算公式如下:

$$PC_1 = (R_1 - I_2) + CO_2 \times (P/A, i_s, m_2);$$

$$AC_1 = PC_1 \times (A/P, i_s, m_2);$$

$$aveAC_1 = AC_1 / E_1;$$

$$aveFC_1 = FC_1 / E_1。$$

其中:aveAC 表示单位发电量费用;aveFC 表示单位发电量燃料费用;i_s 表示社会折现率。

采用同样的方法可以计算出方案 2 和方案 3 的国民经济评价指标值。

2.3 计算结果

根据前文列出的计算公式,分别对 3 个方案进行财务评价与国民经济评价。3 个方案的财务评价结果见表 2,国民经济评价结果见表 3。

表2 3个方案的财务评价结果

方案	年净收益值 (万元)	单位发电量净收益值 (元/千瓦时)
1	31758	0.1059
2	23501	0.0881
3	18791	0.0768

从表2可知:3个方案的年收益均为正值,但方案1的年净收益最高,方案3的年净收益最低;从单位发电量净收益值的情况看,也可得出同样的排序。所以,对于发电商来说,立即用新机组替代老机组对其有利。需要指出的是,当3个方案的发电量不同时,选择单位发电量的年净收益作为评价指标较合理。

表3 3个方案的国民经济评价结果

方案	年费用 (千元)	单位电量年费用 (元/千瓦时)	单位电量年燃料费用 (元/千瓦时)
1	64701	0.2157	0.1500
2	55727	0.2133	0.1574
3	49330	0.2075	0.1631

从表3可知:在国民经济评价中,方案1的年费用和单位发电量年费用最高,方案2的年费用最低,且单位电量年燃料费用最高,可见用600MW的机组立即替代200MW的机组可以节约燃料费用;但是综合来看,方案3的年费用和单位发电量年费用最高,所以对于全社会来说,继续使用老机组直到其寿命期末的方案的经济性较好。

2.4 敏感性分析

敏感性分析是在效益-费用分析的基础上,重复分析不确定因素的变化对经济效果评价价值影响的程度,该影响程度用敏感度来表示^[14]。考虑参数假设值的不确定性,本文分别对机组单位造价、煤价、上网电价、机组利用小时数等因素进行敏感性分析,其结果见表4。可以看出:在诸多因素中,煤价对“上大压小”方案的影响比较显著,当煤价降低20%时,方案1与方案2的年净收益值增加;上网电价降低将减少发电商的收入来源,从而年净收益减少;机组利用小时数增多后能够增加发电量,从而可增加净收益,但是由于燃料消耗增多,年费用也相应增多;机组单位造价降低,则能够减少支出,增加年净收益。这些因素的变化对方案的收益和费用虽有影响,但在一定范围内上述各方案比较的基本结论不变,即:立即用大机组替代小机组对发电商有利;从全社会的角度来看,小机组运行到寿命期末再上大机组较合算。

表4 “上大压小”项目敏感性分析结果

参数	方案	财务评价		国民经济评价	
		年净收益 (万元)	年费用 (万元)	年燃料费用 (元/千瓦时)	年燃料费用 (元/千瓦时)
基准情形	1	31758	64701	0.1500	0.1500
	2	23501	55727	0.1574	0.1574
	3	18791	49330	0.1631	0.1631
煤价降低20%	1	36258	60201	0.1350	0.1350
	2	27668	51614	0.1417	0.1417
	3	22737	45453	0.1468	0.1468
200MW机组 单位造价降低4%	1	31072	65531	0.1500	0.1500
	2	23272	55981	0.1574	0.1574
	3	18791	49330	0.1631	0.1631
600MW机组 上网电价降低10%	1	22452	64701	0.1500	0.1500
	2	17307	55727	0.1574	0.1574
	3	14642	49330	0.1631	0.1631
600MW机组 年利用小时增加 10%	1	36564	69201	0.1500	0.1500
	2	26699	58482	0.1569	0.1569
	3	20934	51027	0.1625	0.1625

3 “上大压小”方案的环境成本分析

电力生产创造了很大的效益,但也带来了很严重的环境污染,环境成本应该予以重视,并且有必要对其进行量化。

3.1 火电机组的污染物排放量指标

燃煤发电主要的大气污染物是烟尘、SO₂、NO_x。下面,本文将具体介绍各自排放量的计算方法。

烟尘排放量的计算。烟尘排放量与煤所含灰分以及烟气中烟尘所占的灰分量有关,烟尘排放量的计算公式如下^[15]:

$$G_d = B \times A \times d_{fn} \times (1 - a) / (1 - C_{fn}) \quad (1)$$

式(1)中: G_d 表示烟尘排放量; B 表示耗煤量; A 表示煤的灰分; d_n 表示烟尘的百分比; C_{fn} 表示烟尘中可燃物的百分比; a 表示除尘效率。

NO_x 排放量的计算。NO_x 的排放量采用如下公式计算^[13]:

$$G_{NO_x} = 1.63 \times B \times (n + 10^{-6} \times V_y \times C_{NO_x}) \quad (2)$$

式(2)中: G_{NO_x} 表示NO_x的排放量; B 表示耗煤量; n 表示NO_x的转换率; n 表示氮的含量; V_y 表示1千克燃料生成的烟气量; C_{NO_x} 表示燃烧时生成的NO的浓度,通常取93.8mg/Nm³。

SO₂ 排放量的计算。SO₂ 是燃煤发电中的重要污染物之一,影响燃煤发电中SO₂ 排放量的主要因素是煤中的硫含量。SO₂ 的排放量可以按实际检测或物料衡算法计算。由于火力发电厂烟气检测装

置并没被普及应用,因此本文采用物料衡算法计算^[16]:

$$G_{SO_2} = 2 \times B \times F \times S \times (1 - s_{O_2}) \quad (3)$$

式(3)中: G_{SO_2} 表示 SO_2 的排放量; B 表示耗煤量; F 表示 SO_2 的转化率,火力发电厂的锅炉取 0.9; S 表示煤中的全硫份含量; s_{O_2} 表示脱硫效率,若未采用脱硫装置则取 0%。

3.2 排污费指标

排污费为单位污染当量征收标准与污染物的污染当量数之积。

环保部门对 SO_2 的排污费征收标准为每一污染当量 0.6 元,废水为每一污染当量 0.7 元。

污染物的污染当量数由式(4)算得:

$$A_{pe} = G/V_{pe} \quad (4)$$

式(4)中: A_{pe} 为污染物的污染当量数; G 为该污染物的排放量; V_{pe} 为该污染物的污染当量; 污染物为 SO_2 或 NO_x 时,其取值为 0.95, 污染物为 CO 时,其取值为 16.7。

火电厂的污染物主要为 SO_2 , 本文仅以 SO_2 为例,分别计算 2 台 200MW 机组与 1 台 600MW 机组的年排污费。假定 200MW 机组没有脱硫设施,脱硫率为 0%, 600MW 机组的脱硫率为 95%, 脱硫费用为 0.87 分/千瓦时,并且两种类型的机组使用同种质量的煤,其含硫率为 2%。大、小机组的 SO_2 年排放当量、年排污费以及脱硫费用见表 5。

表 5 机组的 SO_2 年排污费用

机组	污染当量数	排污费 (万元)	脱硫费用 (万元)
2 × 200MW	26526316	1592	0
1 × 600MW	1705263	102	2610

小机组的 SO_2 排放量远远超过大机组,其排污费数目也相当大。从这个角度讲,立即关停小机组或对小机组进行脱硫改造是较合理的。尽管脱硫设施的建设和维护费用较高,大大增加了发电商的生产成本,但是脱硫所产生的环境效益是非常巨大的。

3.3 “上大压小”方案的环境成本

实际中,排污费只占环境污染损失的很少一部分,是环保部门用来治理环境和补偿外部经济损失的重要资金来源。具体估算环境成本,要从发电企业为减少污染物排放而投入设备的成本及维护运行的费用、向有关部门缴纳的排污费和发电排污造成的外部经济损失这 3 个方面进行统计^[17]。但是,环境污染的外部经济损失往往很难量化,目前研究发电环境成本时,学者们主要参考中国排污总量收费

标准(Pollution Cost System, 简称为 PCS)和美国环境价值标准(U. S. Environment Value Standard, U. S. EVS), 评估出目前中国电力生产的环境成本^[18], 见表 6。

表 6 我国电力生产环境成本表 元/千克

发电类型	常规燃煤	脱硫煤	天然气	核能
环境成本	0.109186	0.101246	0.019285	0.003214

在“上大压小”方案中,当考虑环境成本时,本文将小机组的年环境成本用每年的煤耗量与常规燃煤的单位环境成本之积表示(因为本文假定小机组没有脱硫设施);大机组的年环境成本通过每年的煤耗量与脱硫燃煤的单位环境成本相乘得出。案例中,机组的年环境成本见表 7。可以看出,由于 600MW 机组的煤耗量超过 2 台 200MW 机组的煤耗量,因此其年环境成本要高于 200MW 机组;而大机组的单位发电量的年环境成本则低于小机组。

表 7 机组的年环境成本

机组	年耗煤量 (吨)	年环境成本 (万元)	单位发电量年环境成本 (元)
2 × 200MW	7 × 10 ⁵	7643	0.038
1 × 600MW	9 × 10 ⁵	9112	0.030

在前文所做的技术经济评价的基础上,考虑各机组的环境成本后,得到的 3 个方案的年净收益与年费用见表 8。

表 8 基于 DCF 法的“上大压小”方案评价结果(考虑环境成本)

方案	财务评价		国民经济评价	
	年净收益 (万元)	单位发电量 年净收益 (元/千瓦时)	年成本 (万元)	单位发电量 年成本 (元/千瓦时)
1	22646	0.0755	73813	0.24604
2	14876	0.0558	64269	0.24602
3	10493	0.0429	57528	0.24200

从表 8 可以看出,在考虑环境成本后,3 个方案的经济评价的总体结论不变,即依然是方案 1 的年净收益最高,立即关停小机组对发电商有利,而从全社会角度看,仍然是在小机组运行到寿命期末再上大机组较经济。

4 基于实物期权的经济评价

4.1 实物期权概念

实物期权是指把实物资产而非金融资产当作标的资产的一类期权,此时期权的交割不是决定是否买进或卖出某种金融资产,而是代表在未来的一种

选择权^[19]。

电源投资方案具有投资规模大、回收周期长等特点,而且还受上网电价、投资利率、能源价格、银行利率、政策走向等不确定性因素的影响,具有很明显的期权特性^[20,21]。因此,将实物期权理论应用于“上大压小”方案的经济评价中具备很强的可操作性。

4.2 评价模型

在投资评估中应用较广的期权定价理论是由 Black 和 Scholes 提出的 B-S 期权定价模型^[22,23]：

$$C = S \times N(d_1) - Xe^{-rT} \times N(d_2) \quad (5)$$

式(5)中： C 为期权价值； S 为项目当前价值； X 为期权执行价格，也指项目的投资额； $N(x)$ 为标准正态分布的累计概率分布函数； T 为期权有效时间； r 为无风险利率； σ 为资产波动率。并且，

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sqrt{T}$$

基于 B-S 定价模型的“上大压小”方案的经济评价的简要步骤为：根据净现值法计算项目静态净现值；分析投资项目中的不确定性，识别项目中存在的期权；利用 B-S 定价模型对期权进行定价；项目总体价值等于静态的 NPV 与投资项期权价值之和。

4.3 理论应用

由于期权产生于一个相对的时间差，在具体评价过程中，可将方案 1 作为基准情形，分别与方案 2 和方案 3 进行对比。由于期权的有效性存在时间限制，因此在运用基于期权的经济评价方法时，方案 1 与方案 2 相比，两者的时滞为 5 年，方案 1 与方案 3 相比，两者的时滞为 10 年。

方案 1：第 15 年末立即投产大机组，此时整个“上大压小”项目没有期权，项目价值为净现值。

方案 1 的净现值的表达式为：

$$NPV_1 = -I_2 + (CI_2 - CO_2) \times (P/A, i_0, 5)$$

方案 2：不立即投产大机组，等到第 20 年再投产，项目持有期权，拥有期权价值。

此种情况下，“上大压小”项目的现值 S 为预计从第 15 年到第 20 年每年的净现金流的贴现值，净现金流包括电费收益与燃料费用。

$$S = (CI_2 - CO_2) \times (P/A, i_0, 5)$$

方案 1'：第 15 年末立即投产大机组，此时项目没有期权，项目价值为净现值。

方案 1' 的净现值的表达式为：

$$NPV_1 = -I_2 + (CI_2 - CO_2) \times (P/A, i_0, 10)$$

方案 3：不立即投产大机组，等到第 25 年再投产，项目持有期权，拥有期权价值。

此种情况下，“上大压小”项目的现值 S 为预计从第 15 年到第 25 年每年的净现金流的贴现值，净现金流包括电费收益与燃料费用。

$$S = (CI_2 - CO_2) \times (P/A, i_0, 10)$$

方案 2 和方案 3 的执行价格均为大机组的初始建设投资 X ，其表达式为：

$$X = C_p \times C$$

其中， C_p 为容量造价； C 为大机组的装机容量。

资产波动率取 40%，无风险利率 r 为 8%。“上大压小”方案的实物期权经济评价计算结果如表 9。

表 9 基于实物期权的“上大压小”方案经济评价结果

方案	S (元)	X (元)	T (年)	$N(d_1)$	$N(d_2)$	C (元)	总价值 (元)
1				无			- 78 096
2	191 904	270 000	5	0.69	0.35	69 666	- 8 431
1'				无			52 483
3	322 483	270 000	10	0.84	0.39	223 570	276 053

注： S 为项目当前价值； X 为期权执行价格，也指项目的投资额； $N(d_1)$ 与 $N(d_2)$ 为标准正态分布的累计概率分布函数； T 为期权有效时间； C 为期权价值。

从表 9 可以看出，让已运行了 15 年的小机组继续运行几年后再投入大机组，“上大压小”项目会拥有可观的期权价值，尚未达到寿命周期的小机组运行到寿命期末时项目的价值最高。这与基于 DCF 评价方法得出的结论是一致的。

5 两种经济评价方法的对比

综上所述，采用 DCF 方法和基于实物期权的经济评价方法得出的结论是一致的，即小机组应该运行到寿命期满后投入大机组比较经济。DCF 方法分别从财务经济评价和国民经济评价两个方面对方案的经济性进行研究，其所涵盖的指标广泛；它的不足在于没有考虑到项目相关信息的不断变化与项目技术的不确定性，并且项目的现金流也不像计算处理过程中那样是一成不变的^[18]。实物期权理论较好地体现了投资中的不确定性和决策灵活性的价值^[24]，计算过程也较简洁，但是实际评价过程中只能集中于一个项目，仅探讨了何时投入大机组的问题，而不能并行研究小机组的关停问题。

6 结论

本文分别用 DCF 方法和基于实物期权的经济评价方法对尚处于寿命期内的 200MW 机组的关停问题进行了经济评价,并且对机组单位造价、上网电价、煤价等因素进行了敏感性分析。分析结果表明,煤炭价格和上网电价对“上大压小”方案的收益与成本的影响最显著。根据本文采用的具体例子,两种评价方法的计算结果均表明:1)在目前政策下,立即关停尚处于寿命期内的 200MW 机组对发电商有利,因为大机组的上网电价由政府确定,这部分收入可以偿还贷款并且可以回收投资;2)“上大压小”政策确实能降低煤耗和排污量,但是从国民经济的角度来看,继续运行 200MW 机组直到其“退役”,是较经济合理的。本文在进行经济评价时,研究并量化了机组的环境成本,结果显示,在考虑了环境成本后,方案的评价结果并未受到影响。综上,本文有助于促进对“上大压小”方案的深入研究和认识,所采用的方法能应用于实际的“上大压小”方案的经济评价。

参考文献

- [1] 谢毅. 节能减排,电力企业责无旁贷[EB/OL]. [2007-02-27]. <http://finance.sina.com.cn/chanjing/b/20070227/09211232379.shtml>.
- [2] 张学先,朱彩群. 详解电力工业“上大压小”[J]. 电器工业,2007,7(5):20-21.
- [3] 朱成章. 节能减排与电力工业的关系[J]. 大众用电,2007,22(8):3-6.
- [4] 魏学好,金建华,冯金海. 天然气发电的环境价值[J]. 燃气轮机技术,2002,15(4):9-12.
- [5] 丁淑英,张清宇,徐卫国,等. 电力生产环境成本计算方法的研究[J]. 热力发电,2007,35(2):1-4.
- [6] CARRION M, ARROYO J M. A computationally efficient mixed-integer linear formulation for the thermal unit commitment problem[J]. IEEE Transaction on Power Systems,2006,21(3):1371-1378.
- [7] WONG K P, FAN B, CHANG C S, et al. Multi-objective generation dispatch using bi-criterion global optimization[J]. IEEE Transactions on Power Systems,1995,10(4):1813-1819.
- [8] YALCINOZ T, KOKSO Y O. A multi-objective optimization method to environmental economic dispatch[J]. Electrical Power and Energy Systems,2007,29(1):42-50.
- [9] PATLITZIANAS K D, DOU KAS H, KAGIANNAS A G, et al. Sustainable energy policy indicators:review and recommendations[J]. Renewable Energy,2008,33(5):966-973.
- [10] DOE. The value of economic dispatch, A report to congress pursuant to section 1234 of the Energy Policy Act of 2005[R]. New York:United States Department of Energy,2005.
- [11] 李建超. 开展电力工业“上大压小”实现上海“十一五”节能减排目标[J]. 上海电力,2007,19(4):340-341.
- [12] 傅家骥,全允桓. 工业技术经济学[M]. 北京:清华大学出版社,1996:45-50.
- [13] 戴淑芬,王维才,喻斌. 对投资项目财务评价考虑环境因素的探讨[J]. 技术经济,1997,16(5):55-57.
- [14] 夏良玉,于昕. 工业项目经济评价模型及评价系统研究与应用[J]. 技术经济,2007,26(9):53-56.
- [15] 丁淑英. 电力生产成本计算研究[D]. 浙江:浙江大学,2006.
- [16] 安红光. 火力发电厂二氧化硫排放量的计算方法[J]. 华北电力技术,2000,29(4):11-12.
- [17] 方韬,李才华,张粒子. 发电企业环境成本研究[J]. 中国电力,2005,38(11):16-20.
- [18] 魏学好,周浩. 中国火力发电行业减排污染物的环境价值标准估算[J]. 环境科学研究,2003,16(1):53-56.
- [19] 韩国文,刘贇. 国内外实物期权研究综述[J]. 技术经济,2006,25(4):95-96.
- [20] 吴雪峰,张焰. 电力市场下基于实物期权理论的电网投资经济评价[J]. 电网技术,2007,6(51):78-80.
- [21] 肖智,邹刚. 基于实物期权的电网改扩建项目的分阶段投资决策[J]. 科技管理研究,2007,26(4):89-90.
- [22] 郑君君,刘玮. 基于实物期权的风险投资决策分析[J]. 技术经济,2005,24(8):52-55.
- [23] 方大春. 水利项目投资中实物期权决策[J]. 技术经济,2007,26(6):33-36.
- [24] 李玉辉. 从 IT 投资评价看资本预算理论的发展[J]. 技术经济,2003,22(10):36-38.

Economic Evaluation on ‘ Replacing Small Generation Units with Large Ones ’ Project

Dong Jun ,Zhang Jing

(Department of Business Administration ,North China Electric Power University ,Beijing 102206 ,China)

Abstract : Using the discounted cash flow(DCF) method and the real option theory ,this paper studies the time schedule and the economy of 200MW units which haven't finish their life span but should be shut down in accordance with the policy of ‘ replacing small units with large ones ’,and compares these methods .And it makes financial analysis and economic analysis according to power generation enterprises ,as well as the sensitivity analysis to evaluate the impact of uncertain factors such as on-grid price ,coal price and so on ,and quantifies the environmental costs in the evaluation process of RSWL projects . In addition ,it uses the real option theory to study the lagging investment problem of big unit . The evaluation results based on DCF and the real option evaluation method all show that it is more economic to replace small generation units with large ones after small units come to its end of life . The proposed methods help to provide decision-making support to the implementation of the policy of RSWL and can be used to evaluate the economic benefit and the cost of RSWL projects .

Key words : replacing small units with large ones ; discounted cash flow ; environmental cost ; real option

(上接第 40 页)

平、产业结构等都对我国各省区经济增长收敛具有重要的影响,是影响我国各省区经济增长收敛的重要收敛条件,其中国有经济比重、城乡收入差距、政府财政支出规模对各省区的经济增长具有负面影响,而对外开放程度、基础设施水平和优惠政策对各省区的经济增长具有明显的正向推动作用;在控制了产业结构差异后,条件收敛结论依然成立,因而存在条件收敛的结论是稳健的。

参考文献

- [1] JIAN T,SACHS J,WARNER A. Trends in regional inequality in China[Z]. NBER Working paper,1996.
- [2] 魏后凯. 中国地区经济增长及其收敛[J]. 中国工业经济,1997(3):31-37.
- [3] 蔡 军,都阳. 中国地区经济增长的趋同与差异——对西部开发战略的启示[J]. 经济研究,2000(10):30-35.
- [4] 蔡 军,王德文,都阳. 劳动力市场扭曲对区域差距的影响[J]. 中国社会科学,2001(2):4-14.
- [5] 沈坤荣,马俊. 中国经济增长的“俱乐部趋同”特征及其成因研究[J]. 经济研究,2002(1):33-39.
- [6] ZHANG Z Y,LIU A Y,YAO S J. Convergence of China's regional incomes 1952-1997[J]. China Economic Review,2001(12):243-258.
- [7] 陈安平,李国平. 中国地区经济增长的收敛性:时间序列的经验研究[J]. 数量经济技术经济研究,2004(11):31-35.
- [8] 程建,连玉君. 中国区域经济增长收敛的协整分析[J]. 经济科学,2005(5):16-23.
- [9] 陆云航. 市场化与中国地区差距——基于扩展 Solow 模型的实证研究[J]. 财经问题研究,2005(11):30-37.
- [10] 尹伟华,张焕明. 我国区域经济增长收敛的短期性与长期性分析[J]. 技术经济,2007(11):5-11.

The Quantitative Analysis on Regional Economic Growth and Convergence in China

Yin Weihua ,Zhang Huanming

(College of Statistics and Applied Mathematics ,Anhui University of Finance and Economics ,Bengbu Anhui 233030 ,China)

Abstract : Using the Panel data ,this paper analyzes regional economic growth and convergence in China during 1979-2006 . The result shows that there isn't the convergence trend in regional economic growth in China since Reform and Opening ;however ,there exists the so-called convergence clubs in east ,central and west regions of China ;in the regression of conditional convergence ,if some economic variables such as investment rate ,human capital level ,level of non-state ,economic opening degree ,level of infrastructure and industrial structure are controlled ,China 's regional economic growth will take on the obvious conditional convergence .

Key words : regional economy ; economic convergence ; Panel data