

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2013.03.009

# 新能源比传统能源成本更高吗?<sup>\*</sup>

## ——基于 LCOE 方法的中国风电与火电成本比较

蓝 澜<sup>1,2</sup>, 刘 强<sup>3</sup>, 陈 梓<sup>3</sup>, 何 青<sup>1</sup>, 赵晓彤<sup>4</sup>

(1. 华北电力大学, 北京 102206; 2. 中国水电建设集团新能源开发有限责任公司, 北京 100029;  
3. 中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所, 北京 100732; 4. 中国电力科学研究院, 北京 100192)

**摘 要:** 分别选取风电和传统煤电典型项目, 使用 LCOE 方法比较新能源与传统能源项目的长期投资平均成本, 结果表明, 即使不考虑新能源发电的鼓励性政策补贴和传统能源发电的环境外部性, 风电项目仍比火电项目具有明显的成本优势, 否定了对新能源成本过高的固有认识。阻碍我国可再生能源如风电发展的根本因素不是发电成本, 而是来自电网消纳和输送能力的制约, 目前我国风能资源丰富地区大部分用电负荷较小, 大规模风力发电面临当地电网难以消纳的问题。因此, 应加大对智能电网建设的投入, 加强风电配套设施建设与维护, 并在有条件的电力需求中心附近发展风电。

**关键词:** 新能源; 传统能源; 风电; 火电; 煤电; LCOE; 环境外部性; 智能电网

**中图分类号:** F062.1; F407.61 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-8131(2013)03-0066-07

### 一、引言

伴随经济增长对能源不断提高的需求, 传统化石能源对环境的污染以及其自身的不可再生性成为世界经济首要面临的问题之一。为满足能源需求, 储量充足或清洁可再生、对环境伤害较弱的能源项目成为各国能源产业发展的焦点。新能源如风电、光伏太阳能、地热、水力潮汐等得到广泛重视。

目前中国的电力生产结构仍然以煤炭发电为主。据中国国家能源局统计, 2011 年全国新增煤炭产能 9 500 万吨, 14 个大型煤炭基地产量达到 32 亿吨; 新增电力装机 9 000 万千瓦, 全国电力总装机达到 10.5 亿千瓦。同时, 中国的可再生能源保持了快速发展的势头。2011 年, 风电并网容量新增 1 600 万千瓦, 累计达到 4 700 万千瓦, 年发电量 800 亿千

瓦时, 同比增长 60% 以上; 光伏发电装机容量达到 300 万千瓦, 比上年增加 3 倍以上。中国可再生能源发展“十二五”规划目标显示, 到 2015 年, 中国将努力建立有竞争性的可再生能源产业体系, 风电、太阳能、生物质能、太阳能热利用及核电等非化石能源开发总量将达到 4.8 亿吨标准煤。

然而通常的经验认为, 新能源存在发电成本高、电价贵、电力产出不稳定、技术不完善等劣势, 其发展要靠各国政府补贴才得以完成。但是真实情况果真如此吗?

能源项目投资决策需要依据成本效益估算, 传统上通常使用净现值法 (NPV) 来进行估算。但是 NPV 法在对能源投资项目进行分析时存在一些弊端, 主要问题是无法在不同技术水平之间进行比

\* 收稿日期: 2013-02-23; 修回日期: 2013-04-02

基金项目: 中国社会科学院 2012 年重点课题 (YZDB 2012-12) “可再生能源技术经济学评价理论与应用研究”

作者简介: 蓝澜, 女, 博士研究生, 在华北电力大学学习、中国水电建设集团新能源开发有限责任公司工作, 主要从事热能动力研究。

较,而只能回答单个项目在财务上是否可行的问题。为此,在新能源发电领域,国际上通常采用 LCOE( Levelized Cost of Energy)方法<sup>①</sup>来对不同发电技术和规模的能源项目进行比较。

LCOE 的相关研究从开始便着眼于最广泛通行的能源形式——电能。Roth 等(2004)对 14 种不同的发电技术进行了 LCOE 计算,包括光伏太阳能、地热能、风电以及不可再生的化石燃料能源发电,结果表明高效清洁的新能源项目在成本上具有明显优势。Levitt 等(2011)研究发现在,北美地区海上风电与石油、煤炭等其他形式能源相比,其电力价格较高;为了解释这一现象,他们运用 35 个已投产或建设中的发电项目的现金流计算 LCOE 并进行了比较分析<sup>②</sup>,研究中发现政府补贴、设备建设成本和融资结构会对海上风力发电的售价产生重要影响,研究结果表明北美地区的海上风电实际售价高于估计的市场均衡价格,这是市场对投资风险、经验和风电基础设施的缺乏的正常反应。McCubbin 等(2011)也对北美地区的风力发电技术做出评估,但他们的研究特别重视有害气体的外部效应问题,将美国两地规模不同的两个陆上风力发电厂与天然气发电项目进行对比,认为之所以风力发电显得昂贵是由于未考虑项目对环境的外部效应<sup>③</sup>。

对各类发电技术的更为广泛的 LCOE 研究来自国际经合组织,该组织发表的《电力项目的预期成本》2010 版中,包括了世界范围内将在 2015 年前投产的各类电力项目(OECD, 2010),使用 LCOE 方法,分别取 5% 和 10% 两个贴现率进行计算,并首次将 CO<sub>2</sub> 的排放成本计入<sup>④</sup>。OECD 的这份报告得到两个重要的计算结果:一是在贴现率较低时,具有“资本密集”“低碳排量”的技术,例如核电比燃煤火电或天然气循环发电具有显著成本优势,而优势的主要来源是每吨 CO<sub>2</sub>30 美元的补贴;二是在贴现率较高时,燃煤或天然气项目反而显示出成本优势。

报告依次对 LCOE 计算式中各项进行了敏感性分析,估计了贴现率、建设成本、燃料与碳排放的价格、项目寿命以及建设时间变化对 LCOE 的影响,其中,贴现率比碳排放价格对 LCOE 的影响更大。该报告认为 LCOE 直接关乎投资者对生产成本的确定性预期以及市场的均衡电价,而 LCOE 核算中的折现率反映了无具体市场与技术风险约束下的资本报酬率;在实际市场环境中,对市场以及某类技术的风险的不确定性将导致实际成本的财务价值与估算的 LCOE 有所偏离;同理,与竞争市场的实际投资成本相比,LCOE 更接近于发生在一个具有贷款保证与计划价格优势的垄断市场的电力成本。因此,该报告得出的一个主要的结论是:不同国家或地区的特殊条件对能源尤其是新能源的 LCOE 起决定作用。

LCOE 是一种比较不同发电技术成本的有效计算方法。在国际上,LCOE 不仅被用于学术建模分析,也常见于政策讨论等领域,是一种被广泛认知的透明的计算手段。研究表明,不同国家或地区的能源尤其是新能源的 LCOE 有很大不同,而在我国,缺少这方面的公开研究。本文将使用 LCO 方法,以我国的风电和传统煤电为代表,比较新能源与传统能源项目的长期投资平均成本,以期丰富有关研究,并为我国能源发展战略提供参考。

## 二、研究方法、对象与数据处理

### 1. LCOE 分析方法

LCOE 分析的基本方法如下:

已知未来各期的价值( $FV$ )较现期的价值( $PV$ )低,折现率  $r$  被用来衡量这一差别(Brealey et al, 2010),即: $PV = FV(1 + r)^{-n}$ 。而净现值( $NPV$ )则是多期(通常是指一个项目的寿命周期内的所有期间)价值的集合。对 LCOE 的定义就来自于收入的

① 国内的译法尚未达成一致,有的译作平准化成本,有的译作均化成本,本文使用 LCOE。

② 该研究关注各项目的融资相关环节,设计了贷款利率、债务与股本、各类投资(国家、银行和其他机构)的股权比例以及通货膨胀等关键参数,但可再生能源的外部效应并未被考虑在内。

③ 该研究详细估算了天然气燃烧产生的各种气体废物对人与生物造成的长期影响,将这种影响作为天然气项目的长期成本或风电项目的长期收益项目计入,利用 LCOE 方法进行计算,得到风电的外部效应均值约为每千瓦时 5~7 美分(依电厂规模不同而变化)的结果。

④ 设为一个时间与空间上固定的值,即单位排放量成本为每吨 30 美元。但 OECD 同时认为这个直接的成本并未、也很难涵盖燃煤或天然气过程中产生的全部有害气体排放带来的外部性。

净现值等于成本的净现值这一恒等式, 即:

$$\sum_{n=0}^N C_n(1+r)^{-n} = \sum_{n=0}^N (AEP_n P_n + B_n)(1+r)^{-n} \quad (1)$$

上式中,  $C_n$  是总支出(如果有债务支出则也包括在内);  $AEP_n$  为生产的电能;  $B_n$  是其他收入来源, 如可能存在的税费补贴等。  $P_n$  是一个均值, 则得到:

$$P_n = \frac{\sum_{n=0}^N (C_n - B_n)(1+r)^{-n}}{\sum_{n=0}^N AEP_n(1+r)^{-n}} = LCOE$$

因此, LCOE 实际上等于成本的净现值与能量产出的经济时间价值(economic time value)的比值<sup>①</sup>。上述计算存在两个基本假设:(1)利润率  $r$  对成本与收益是相同的, 且在  $N$  期内恒定不变;(2)电力价格在  $N$  期内恒定不变, 所有电力产出一经生产便马上被购买, 电力市场是出清的。

## 2. 研究项目

本文研究的核算规模为电厂层次(plant-level), 选取两个典型电力项目——位于河西走廊的一个风电项目和位于京津唐地区的一个燃煤火电项目作为案例<sup>②</sup>, 利用 LCOE 方法估算其各自长期投资平均成本, 并进行对比分析。

风电厂项目建设在甘肃省, 装机规模 199.5 MW, 设计安装 133 台 1 500 千瓦的风力发电机组; 年上网电量为 44 236.5 万千瓦时, 年利用小时数为 2 217 小时。工程静态投资为 197 294.31 万元, 动态总投资为 204 260.97 万元, 建设期 28 个月。计划总投资的 20% 使用资本金, 其余由国内银行贷款, 贷款年利率为 5.94%, 贷款按复利计算<sup>③</sup>。

火电厂项目地处京津唐地区核心地带, 建设规模为 2 000 MW, 安装 2 × 1 000 MW 机组; 本期工程年耗原煤量约 500 万吨, 总计动态投资 771 941 万元; 设备年利用时间 5 500 小时; 全厂定员 300 人, 人工工资计 50 000 元/人年, 年总工资支出 1 500 万

元; 预期年二氧化硫排污费 720 万元, 氮氧化物排污费 820 万元, 烟尘排污费 48 万元, 总计污染费用 1 588 万元; 不计燃料支出, 年流动成本约 3 088 万元。计划总投资的 20% 使用资本金, 其余由国内银行贷款, 贷款年利率 7.56%, 偿还年限 12 年, 宽限年限 3 年, 按本息等额方式进行偿还<sup>④</sup>。

## 3. 数据分析处理

本文核算对象为两个具体的电厂项目, 其投资规模等相关核算数据来自两电厂的投资可行性分析内部报告。本文涉及的核算项目, 为符合国家和地区的具体情况, 不包括以下几类内容: 不包括国家或地方政府对新能源项目的补贴, 不包括国际清洁能源机制(CDM)对可再生非化石能源的补贴, 不包括燃煤火电厂、风电厂除电力销售外的任何收入, 不包括燃煤火电厂的污染排放价格。

(1) 风电厂项目。风电厂项目的成本项, 将动态投资 204 260.97 万元在其寿命期间 20 年内用年限平均法进行折旧, 即年折旧额 1 0213.05 万元。风电厂维持运营的流动成本可忽略, 且采用风电驱动无需其他燃料成本, 可直接用年均固定资本折旧计算其折现后的成本现值。

(2) 燃煤火电厂项目。为了便于与风电厂进行比较, 将动态投资 771 941 万元在同样的 20 年内用年限平均法进行折旧, 即年折旧额 38 597.05 万元; 火电厂维持运营需要支付流动成本, 由其的可行性报告可知, 这一流动成本的年均额度是 5 000 万元; 火电厂正常工作的另一个主要支出项目是燃料煤炭, 该项目年均计划耗煤 500 万吨, 用预期煤炭价格与耗煤量的乘积可得到煤炭燃料的支出; 本文不过多考虑火电厂的外部性, 不计污染物的排放费用。因此, 火电厂项目的总成本为固定资本、流动成本以及燃料成本之和。

(3) 折现率。在 LCOE 计算中一个最主要的外生参数是折现率, 它是每单位资本的期望收益或成本, 代表着对项目投资中资金的时间价值的估计。

① 还有另一种理解, LCOE 是单位能量产出的一个价格, 在这个价格上净现值等式可以实现, 投资者在  $N$  期结束后获得利润为 0。

② 出于保守商业机密的要求, 本文没有给出具体的发电项目名称。

③ 以上数据是 2008 年 8 月的计划, 具有时效性, 与实际执行情况会有所偏差。

④ 以上数据是 2007 年 9 月的计划, 具有实效性, 与实际执行情况会有所偏差。

折现率因不同的融资结构与资本市场而不同,通常来说,风电项目在风险厌恶的金融市场例如债权市场融资,可能得到的名义利率约为 8%,而在能够接受更高风险的股票市场,融资的名义利率约为 13% (Hearps et al, 2011)。大型国有企业占中国全部风电能源投资的约 80% (李俊峰等, 2011), 本项目也属于国有企业项目, 融资背景相对单一。根据经合组织的有关研究, 折现率是左右 LCOE 的值的的关键因素, 在贴现率较低时新能源项目会较传统能源项目体现出优势, 并建议用两个标准折现率 (5% 和 10%) 来作对比分析。因此, 本文首先以折现率 10% 计算两项目的 LCOE, 如果风电项目的成本并未体现出优势, 则再用较低的 5% 进行计算。

(4) 煤炭价格预期。火电厂的一个主要的开支项目是其所需燃料的成本, 本文的火电项目要达到标准供电能力所需的燃煤量是每年 500 万吨。根据其可行性研究报告, 以每吨动力煤 700 元的价格计算, 2012 年燃料成本、固定成本折旧和流动成本分别占总成本的 89%、10% 和 1%。由于燃料成本的比重很高, 煤炭价格的较小变化也会对年总成本造成影响。火电厂项目投产的 20 年间, 市场煤炭价格一定会发生波动, 而对于这种不可再生能源来说, 总的趋势应该是上升的。因此, 需要对煤炭价格进行合理的预期。综合各种因素, 本文对未来 20 年的煤炭价格进行了预测, 具体结果见表 1。

(5) 其他参数。本文未考虑货币汇率变化, 所有数据均为当期人民币单位; 此外, 本文对一些没有在中国实现的成本或收益项目不予考虑。

### 三、计算结果与分析

#### 1. 计算结果

根据上述方法处理的数据, 可以计算出两项目的 LCOE 值, 并对每单位电量两种发电方式所分摊的成本进行比较, 计算结果如表 2。如表 2 所示, 风电项目的 LCOE 成本是每度电 0.231 元, 每度电较火电项目便宜 0.126 元, 节约成本 35.3%。风电项目具有明显的成本优势。

#### 2. LCOE 计算结果分析

风电项目不计入任何新能源补贴, 燃煤火电项目不计入任何污染物排放开支, 且考虑未来燃料价格增长的趋势, 通常认为风电成本较高。但是本文

表 1 中国煤炭价格的预期与火电厂项目年耗成本

年份	煤炭估算价格 /人民币元/吨	年均燃料成本 /万元	年成本 /万元
2012	700.00	350 000.00	354 357.05
2013	689.42	344 708.59	349 065.64
2014	678.68	339 340.49	343 697.54
2015	680.98	340 490.80	344 847.85
2016	685.43	342 714.72	347 071.77
2017	687.58	343 788.34	348 145.39
2018	684.66	342 331.29	346 688.34
2019	685.89	342 944.79	347 301.84
2020	690.18	345 092.02	349 449.07
2021	692.33	346 165.64	350 522.69
2022	695.86	347 929.45	352 286.50
2023	697.39	348 696.32	353 053.37
2024	702.91	351 457.06	355 814.11
2025	705.06	352 530.67	356 887.72
2026	708.74	354 371.17	358 728.22
2027	710.43	355 214.72	359 571.77
2028	711.20	355 598.16	359 955.21
2029	716.41	358 205.52	362 562.57
2030	717.94	358 972.39	363 329.44
2031	722.55	361 273.01	365 630.06
2032	726.99	363 496.93	404 639.38

却得出了风电项目具有绝对成本优势的结果, 原因可能有以下几点:

(1) 中国的燃料煤炭价格较为昂贵。由美国能源信息署的资料显示, 美国未来 20 年内煤炭的预期最高价格为 47.40 美元, 依现行汇率 6.3 人民币/美元计算, 约合人民币 298.62 元, 远低于当前中国标准燃料煤的价格 700 元。因此如果火电厂使用低价优质的进口煤炭, 可能获得更低的成本。假设在最优情况下, 不考虑关税与运输成本等因素, 如果火电厂能够享有美国能源署预期的 20 年煤炭价格, 则其 LCOE 成本仅为每度电 0.189 元, 低于风电项目的 LCOE。

表 2 两项目的 LCOE 核算对比

	风电	风电(调整上网电量)	火电
总动态投资/万元	204 260.97	204 260.97	771 941
使用寿命/年	20	20	20
年均固定成本/万元	10 213.05	10 213.048 5	38 597.05
年流动成本/万元	0	0	5 000
年燃料用量/万吨	0	0	500
燃料价格/元	0	0	见表 1
年燃料成本/万元	0	0	见表 1
折旧系数	0.1	0.1	0.1
分子部分现值总计	86 949.44	86 949.44	3 036 711.54
总功率/千瓦	199 500	199 500	2 000 000
年均开机时间/小时	2 217	1840.42	5 000
年均上网电量/万千瓦时	44 236	36 716.29	1 000 000
分母部分现值总计	376 610.19	312 586.46	8 513 563.72
LCOE/元/千瓦时	0.231	0.278	0.357

(2)风电的上网电量估计略显乐观。本文中估计的上网电量是风电厂核定功率与上网时间的乘积。其中,年均开机时间仅受自然条件的限制,即为预期中能够达到一定风力水平的自然时长。但是,就现阶段中国实际情况而言,由于限电等某些因素影响,机组无法达到设计出力<sup>①</sup>。实际上,在 2011 年中国风电累计装机电量与实际上网电量相差 1 700 万 kW,意味着部分机组长时间不能发电、获得效益(施鹏飞,2012)。

水利部水利水电规划设计总院在《2011 年度中国风电建设统计评价报告》中新增了“弃风率”这一数据指标,蒙东、吉林、蒙西和甘肃分别为 23%、20%、18% 和 17%,全国 10 个弃风较多的省区 584 个风电厂平均为 15%。因此,风电项目的上网电量被高估,则 LCOE 被低估了。运用水电总院上述报告中提供的数据,估计建设在甘肃的该风电项目实际上网电量为预期的 83%,则调整后的 LCOE 为每度电 0.278 元(见表 2),较未调整时的 0.231 元有

显著提升,但与燃煤火电相比仍存在较大成本优势。

#### 四、结论与建议

本文通过计算两个实际项目的 LCOE,并进行比较,得到了在新能源鼓励性政策补贴与传统能源环境外部性不计的前提下,风电项目比火电项目具有明显的成本优势的结果。即使考虑风电厂的弃风率,从长期看风电项目在成本上仍然优于燃煤发电。如果考虑燃煤电厂的外部环境成本,风电厂的发电成本优势更加明显。

进一步分析,阻碍我国可再生能源如风电发展的根本因素其实不是发电成本,而是来自电网。由于目前我国风能资源丰富地区大部分用电负荷较小,大规模风力发电面临当地电网难以消纳的问题。从用电量来看,目前西北、东北、内蒙等风能资源丰富的地区用电量相对较少,用电负荷主要集中在东部经济发达地区。就本文所研究的风电厂所在地河西走廊风电基地来说,建设过程中就遇到了

① 造成这种现象的主要原因:一是配套设施限制,由于“西电东输”的成本高,电网输送能力有限,而陆上风电设施受自然环境限制,只能建设在远离城镇、地广人稀、土地价格便宜的地区,然而风电项目产生的电力无法完全在当地售出,造成有电不能送的情况(李俊峰等,2009)。二是由于季节性因素,某些地区存在限电,如果一地区的水电项目效率提高,则较不稳定的风电可能会被限制。三是一些国产风机存在技术质量问题,造成了一些地区的风机大规模脱网事故,导致风电设备实际工作时间下降(水电总院,2012)。

风电难以就地消纳的问题。2010年,酒泉千万千瓦级风电基地完成装机总量516万千瓦,其中并网装机仅130万千瓦。为解决风电外输问题,甘肃省电力公司计划投资建设750千伏输变电工程,但也只能满足94%概率条件下的516万千瓦风电送出需要,仍然有6%的时间需限制风电出力。而酒泉市计划到2015年底风电装机总容量达到1271万千瓦,2020年增加到2000万千瓦以上,即使是西北电网也难以消纳<sup>①</sup>。因此,本文对中国风电项目发展提出以下建议:

第一,增加智能电网的投入。在投资风险被高估、融资成本被放大(贴现率为10%的高值)、不接受国家或地区任何形式补贴时,不考虑客观因素,理论上长期来看,风电的单位电力成本可以与燃煤火电成本持平或略低。为了进一步加强和促进新能源产业的发展,国家应加大对智能电网建设的投入。

第二,加强风电配套设施建设与维护。风电项目最大的阻碍并非新能源的投资风险或不确定的市场环境,生产电力无法完全输入电网是影响其发展的最主要因素。因此,仅仅用所谓的“新能源补贴”是不能有效促进风电发展的;建设风电输电线路与相关设施,提高国产风电设备的质量,最终增加风电上网率,才是国家更应该大力推进的工作。另外,在靠近电力需求中心的东部沿海地区发展风电,还可以大幅度降低输电成本。

#### 参考文献:

傅家骥. 2003. 技术经济学前沿问题[M]. 北京:经济科学出版社.

江莹,马国栋. 追求电源与电网的协调发展[EB/OL]. 2012. (2012-05-15)[2012-12-13]. 国家电网, <http://www.sgcc.com.cn/ztlz/newzndw/sdsf/05/272730.shtml>.

李俊峰,施鹏飞,高虎. 2011. 中国风电产业发展现状与展望[J]. 电气时代(3):39-44.

李俊峰,杨校生. 2009. 我国风能开发的几个新问题[J]. 高科技与产业化(6):23-25.

林晓言,王红梅. 2005. 技术经济学教程[M]. 北京:经济管理出版社.

刘铁男. 2012. 增强忧患意识明确任务要求 扎实做好2012

年能源发展改革工作(中国国家能源局全国能源工作会议上的报告)[N]. 中国能源报,2012-01-16(3).

施鹏飞. 2012. 中国风电产业发展报告[R]. 中国可再生能源学会风电专委会.

全晓波. 2012. 天然气行业正悄然生变——供大于求不无可能、能源服务是演化方向[N]. 中国能源报,2012-05-07(14).

国务院发展研究中心技术经济研究部“现代信息技术:智慧地球的发展趋势与政策研究”课题组. 2011. 远距离输送风电的经济性分析[R].

中国水利部水利水电规划设计总院. 2012. 2011年度中国风电建设统计评价报告[R].

BREALEY R, MYERS S, ALLEN F. 2010. Principles of Corporate Finance[M]. 10th ed. McGraw-Hill, New York.

CORY K, SCHWABE P. 2010. Wind Levelized Cost of Energy: A Comparison of Technical and Financing Input Variables [R]. National Renewable Energy Lab Office of Energy Efficiency and Renewable Energy.

EIA. 2006. Model Documentation: Renewable Fuels Module of the National Energy Modeling System[R].

EIA. 2010. Annual Energy Outlook 2010[R].

HARPER J. P, KARCHER M D, BOLINGER M. 2007. Wind Project Financing Structures: A Review and Comparative Analysis[R]. Lawrence Berkeley.

HONG M. 2011. Economics of Wind[R]. A working paper.

HRARPS P, MCCONNELL D. 2011. Renewable Energy Technology Cost Review[R]. Melbourne Energy Institute.

KHATIB H. 2010. Review of OECD study into “Projected costs of generating electricity—2010 Edition”[J]. Energy Policy, 38(10):5403-5408.

KLEIN A. 2006. Comparative Costs of Energy Coal, CCGT, Wind[EB/OL]. Emerging Energy Research, [http://www.vestas.com/Files%2FFiler%2FFEN%2FPolitical\\_initiatives%2FReports%2FComparative-cost-of-energy-Oct2006-EER.pdf](http://www.vestas.com/Files%2FFiler%2FFEN%2FPolitical_initiatives%2FReports%2FComparative-cost-of-energy-Oct2006-EER.pdf).

LEVITT A C, KEMPTON W, et al. 2011. Pricing offshore wind power[J]. Energy Policy, 39(10):6408-6421.

MCCUBBIN D, SOVACOOOL B K. 2011. The Hidden Factors That Make Wind Energy Cheaper than Natural Gas in the United States[J]. The Electricity Journal, 24(9):84-95.

NREL. 2010. Simple levelized cost of energy (LCOE)

<sup>①</sup> 参见国务院发展研究中心技术经济研究部“现代信息技术:智慧地球的发展趋势与政策研究”课题组2011年的研究报告《远距离输送风电的经济性分析》。

- Calculator Documentation [ EB/OL ]. [http://www.nrel.gov/analysis/lcoe\\_documentation.html](http://www.nrel.gov/analysis/lcoe_documentation.html)S.
- NREL. 2001. RETFinance [ EB/OL ]. National Renewable Energy Lab Strategic Energy Analysis Center, <http://analysis.nrel.gov/retfinance/default.asp>S.
- OECD. 2010. Projected Cost of Generating Electricity [ R ].
- ROTH I. 2004. Incorporating externalities into a full cost approach to electric power generation life-cycle costing [ J ]. *Energy*,29( 12-15 ):2125-2144.
- RUEGG R, SHORT W. 2007. *Economics Methods [ M ]*// KREITH F,GOSWAMI D Y. *Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy*. Boca Raton,FL:3-1-3-24.
- SALVADORES M S,KEPPLER J H. 2010. Projected Costs of Generating Electricity [ R ]. International Energy Agency.

## Is the Cost of Renewable Energy Higher Than Traditional Energy?

—Comparison of the Cost between Wind Power and Heat Power in China Based on LCOE

LAN Lan<sup>1,2</sup>, LIU Qiang<sup>3</sup>, CHEN Zi<sup>3</sup>, HE Qing<sup>1</sup>, ZHAO Xiao-tong<sup>4</sup>

- (1. *North China Electric Power University, Beijing 102206, China*; 2. *Renewable Energy Development Co., Ltd, China Hydroelectric Power Construction Group, Beijing 100029, China*;  
3. *Institute of Quantitative Economics and Technical Economics, Chinese Academy of Social Science, Beijing 100732, China*;4. *Chinese Academy of Electric Power Science, Beijing 100192, China*)

**Abstract:** This paper uses LCOE method to compare the average cost of long-term investment between renewable energy projects and traditional energy projects by choosing wind power and typical projects of traditional coal-electric power respectively, and the results show that wind power projects have obvious cost advantage over coal-electric power projects even though encouraging policy subsidy of renewable energy and environmental externality of traditional coal-electric power are not considered, which denies the cognition that renewable energy has too much cost, that the basic factor hampering renewable energy such as wind power is not power cost but is the restriction from the processing capacity and transmission capacity of power grid, and that in the areas of China with rich wind power, currently, majority of the areas have small power load capacity and large-scale wind power faces the difficulty in the process capacity of local power grid. Thus, China should enlarge the investment in intelligent power grid construction, strengthen the construction and maintaining of matched facilities for wind power and develop wind power around the places with the power demand centers.

**Key words:** renewable energy; traditional energy; wind power; heat power; coal-electric power; LCOE; environmental externality; intelligent power grid

**CLC number:** F062. 1 ; F407. 61      **Document code:** A      **Article ID:** 1674-8131 (2013)03-0066-07

(编辑:南 北)