



浅谈风电项目投资后评价工作

宋育红

(华能新能源股份有限公司, 北京 100036)

摘 要: 分析了风电项目投资后评价工作的背景和意义, 介绍了投资后评价的依据、方法和内容, 并归纳总结了投资后评价在前期开发、建设运营、经济效益及持续发展等方面的主要问题和经验。

关键词: 风电项目; 投资后评价; 前期开发; 建设运营

中图分类号: TK81

文献标志码: A

0 引言

项目投资后评价是风电项目管理的延伸, 是项目管理工作中的一个不可缺少的重要阶段。笔者参与了许多风电项目的选址、测风、立项、招标、项目管理等工作, 并从2017年开始参加华能新能源股份有限公司(下文简称“公司”)每年度的风电项目投资后评价工作。本文结合笔者从事风电项目的开发管理经历, 对风电项目投资后评价工作进行了简要介绍和总结, 希望将投资后评价工作中的收获和经验与同行分享。

1 风电项目投资后评价的背景和意义

自2005年起, 我国风电行业发展迅速, 其后连续4年以超过100%的增长速度推进; 2010年, 我国风电累计装机容量的全球占比为15.7%, 跃居全球第一, 且一直保持至今。2010年以后, 虽然我国风电新增装机容量增速有所放缓, 但受风电电价降低等相关政策的影响, 2015~2016年风电又出现了抢装潮, 使我国风电累计装机容量持续增长; 截至2018年, 我国风电累计装机容量的全球占比已达31.1%。我国及全球风电装机容量统计表如表1所示。

随着全国风电行业开发、建设、运营、管理的日臻成熟, 以及审批流程、规程规范、标准、制度等不断完善, 为了总结经验, 不断提高项目投资决策水平和管理水平, 完善投资决策机制, 提高投资效益, 促进企业可持续发展, 近年来, 公司陆续将已投产的风电项目进行分类, 并按类别分批进行了项目投资后评价工作, 从而实现全方位“回头看”。

投资后评价即通过对风电项目的开发建设过程、结果及影响进行调查研究和系统回顾, 然后与项目决策时的目标, 以及技术、经济、环境和社会等指标进行对比, 找出前后差别, 分析原因, 总结经验, 从而吸取教训, 获得启示并提出建议的一系列评价活动。投资后评价工作通过信息反馈, 改善了投资决策和管理, 并可为科学制定考核指标提供参考依据, 以达到提高投资效益的目的。

投资后评价是风电项目管理工作中的不可缺少的重要部分, 在提高项目决策科学化水平、促进投资活动规范化、弥补项目建设缺陷、改进项目管理和提高投资效益等方面发挥了非常重要的作用。

收稿日期: 2020-02-27

通信作者: 宋育红(1967—), 女, 硕士、高级工程师, 主要从事风力发电方面的工作。yuhong_song@hnr.com.cn

表 1 我国及全球风电装机容量统计一览表
Table 1 Statistics of China and global installed capacity of wind power

年度	全球新增 装机容量 / 万 kW	全球累计 装机容量 / 万 kW	全球增速 /%	数据 来源	我国新增 装机容量 / 万 kW	我国累计 装机容量 / 万 kW	我国增 速 / %	我国在 全球的 占比 / %	我国在 全球的 排名	数据 来源
1996	129.2	607.0	—	BTM	—	—	—	—	—	—
1997	156.6	763.6	25.8	BTM	—	—	—	—	—	—
1998	259.7	1015.3	33.0	BTM	22.36	22.36	—	2.2	—	BTM
1999	392.3	1393.2	37.2	BTM	3.84	26.20	17.2	1.9	—	BTM
2000	449.5	1844.9	32.4	BTM	8.23	34.43	31.4	1.9	—	BTM
2001	682.4	2492.7	35.1	BTM	6.17	40.60	17.9	1.6	9	BTM
2002	722.7	3203.7	28.5	BTM	6.70	47.30	16.5	1.5	10	BTM
2003	834.4	4030.1	25.8	BTM	9.80	57.10	20.7	1.4	10	BTM
2004	815.4	4791.2	18.9	BTM	19.80	76.90	34.7	1.6	10	BTM
2005	1154.2	5939.9	24.0	BTM	49.50	126.40	64.4	2.1	8	BTM
2006	1501.6	7430.6	25.1	BTM	132.40	258.80	104.7	3.5	6	BTM
2007	1979.1	9400.5	26.5	BTM	328.70	587.50	127.0	6.2	5	BTM
2008	2819.0	12215.8	29.9	BTM	624.60	1212.10	106.3	9.9	4	BTM
2009	3810.3	16008.4	31.0	BTM	1373.20	2585.30	113.3	16.1	2	BTM
2010	3580.0	19763.0	23.5	GWEC	1399.00	3107.00	20.2	15.7	1	国家能源局
2011	41236.0	23835.0	20.6	GWEC	1287.00	4394.00	41.4	18.4	1	国家能源局
2012	4479.9	28250.0	18.5	GWEC	1500.00	6300.00	43.4	22.3	1	国家能源局
2013	3547.0	31859.6	12.8	GWEC	1449.00	7716.00	22.5	24.2	1	国家能源局
2014	51977.0	36955.3	16.0	GWEC	1981.00	9637.00	24.9	26.1	1	国家能源局
2015	6301.3	43241.9	17.0	GWEC	3297.00	12934.00	34.2	29.9	1	国家能源局
2016	5460.0	48674.9	12.6	GWEC	1930.00	14864.00	14.9	30.5	1	国家能源局
2017	5249.2	53912.3	10.8	GWEC	1503.00	16367.00	10.1	30.4	1	国家能源局
2018	5131.6	59154.9	9.7	GWEC	2059.00	18400.00	12.4	31.1	1	国家能源局

注：BTM 为丹麦风电咨询机构；GWEC 为全球风能理事会

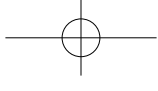
2 风电项目投资后评价的依据、方法和主要内容

2.1 依据

根据《中央政府投资项目后评价管理办法(试行)》和《中央企业固定资产投资项目后评价工作指南》等规定，华能集团公司制定了《投资项目后评价管理办法》，并据此陆续开展了多个发电(火电、水电)投资项目的后评价工作，探索、积累了一些投资后评价工作经验，并初步形成了

比较完备的管理体系和投资后评价工作模式。

根据风电行业的特点，充分汲取后评价工作的经验和教训，以及风电专家和风电行业企业、区域企业的意见与建议，公司编制了《风电建设项目自我总结后评价报告编制指南》(以下简称《指南》)。该《指南》的编制依据主要包括：国家关于工程建设方面的有关法律法规、规程和规范，基本建设项目投资管理的有关规定，公司系统内的有关管理制度，相关风电项目立项及建设的有



关资料,以及风电场运行和经营管理的相关资料等。《指南》中要求,针对不同类型风电项目的特点和要求,相应的投资后评价报告内容可有所侧重和取舍。

2.2 方法

风电项目投资后评价一般在风电项目通过竣工验收后的1~2年进行。通过现场调查和资料收集,然后与项目可行性研究报告、核准审批文件等相关内容进行对照,对项目立项决策、施工建设和生产运营等阶段进行系统地分析,评估项目产生的经济效益、社会效益和可持续发展能力等;通过对比找出发现项目实际运营情况与立项决策时的预测效果之间的差距,并总结经验与教训,以便完善建成项目、改进在建项目、指导待建项目,降低投资风险,提高项目收益。

2.3 主要内容

风电项目投资后评价的主要内容包括:项目实施过程评价、项目生产运营评价、项目绩效评价和项目可持续能力评价等内容。

1) 项目实施过程评价。主要是对项目的建设背景、建设实施阶段的总体回顾和系统总结,涵盖了项目投资建设的各个阶段,从项目前期、实施建设、竣工验收等阶段的管理水平等方面进行系统评价。

2) 项目生产运营评价。主要对项目投产以来的运营管理情况、各年度生产运行情况、检修技改情况、技术经济指标完成情况、电力市场情况和财务状况等内容进行回顾和分析,总结项目运营期间在上述各方面取得的主要成绩,并分析存在的主要问题和困难,综合评判项目运营管理的工作成效。项目生产运营评价可为后面的项目绩效评价做铺垫。

3) 项目绩效评价。这部分内容是基于项目实施过程评价和项目生产运营评价的总结,具体就项目的技术水平、财务效益、环境效益和社会效益进行综合分析评价。

4) 项目可持续能力评价。这部分内容以项

目生产运营评价和项目绩效评价的总结评价为基础,从项目的内部因素和外部条件2方面评判该项目是否具有持续盈利性和扩大再生产前景。

3 风电项目投资后评价的主要问题

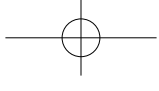
公司自2017年至今,对河北、山西、蒙西、蒙东、广东、陕西、四川、辽宁、云南等9个地区的26个风电项目进行了投资后评价工作,每个风电项目均按照《指南》中要求的内容进行编制评议。除此以外,公司还对同一地区内不同项目、同一项目的不同时期也进行了横向、纵向的比较分析,深入挖掘问题并认真剖析。下文对风电项目在不同阶段和不同方面存在的主要问题进行了总结归纳。

3.1 前期开发方面

1) 前期测风数据与运行实际风速有偏差,即实际运行风速比测量风速低(有的地区呈逐年下降趋势),导致实际的可利用小时数低于测量值。另外,在风电场的后期扩建中,因未考虑前期尾流的影响,导致实际风速降低,从而影响建成风电场的综合效益。

2) 由于可研阶段对资源环境的分析不够细致到位,导致风电场建成后因资源环境问题引发设备故障多发,从而影响风电场正常发电,造成经济损失。比如广东阳江地区某沿海风电项目,在可研阶段因未充分分析当地的雷击情况,在设计阶段未能将隐患消除,导致集电线路杆塔所在地的地势高,易引雷电,造成了场内35 kV集电线路因雷击而跳闸,发电量损失较大,也为后续的技改增加了维护成本。

3) 一些项目在前期审批流程、合规性方面存在瑕疵。2007~2009年期间,国内风电行业超高速发展,为了能从行业的快速发展中获益,大批投资制造商踊跃投入其中,该时期仅风电机组制造商就有100多家。由于国家政策鼓励新能源开发,开发商的投入也呈多元化,为抢资源、抢设备,出现了许多超常规无序的做法,虽然公司能够按照国家相关法规制度履行开发流程,但也间接受



到不少损失。比如当年因批复的项目规模远大于可输出容量，使得建成的风电项目不能按设计满额发电输出，导致后续的弃风限电问题不断加剧，给国家和公司都造成了巨大损失，这也是深刻的教训。

3.2 建设和运营方面

1) 设备不成熟，运行故障较多。2004年公司建设的第1个风电场在进行招标时，国内只有两三家可用于采购的成熟风电机组制造商，单机容量仅为660 kW和850 kW这2种；而引入版权许可(License)制造和购买设计图纸国产化的兆瓦级风电机组机型均未有型式认证，性能存在不确定性。在2006年之后，公司的风电项目采购的风电机组多是尚无成熟运行时间的国产化风电机组，其在投入运行后暴露出许多问题，导致公司在运营期分时分批进行了大量技改工作，包括更换问题部件、升级相关控制系统等工作。

2) 地质勘测工作不够全面和细致。采点量不足，有时会出现实际地质与勘测地质不一致的情况；而施工无备用方案，导致影响基建进度和工期。

3) 微观选址不够精细化，不能做到同一风电场每个风电机组都达到较高输出功率的要求，特别是地形复杂的山地风电场，有的风电机组输出功率还不及最大输出功率风电机组的一半，不仅影响整个风电场的发电量，还要再花费人力、财力进行个别风电机组的技改。

3.3 经济效益及可持续发展

1) 弃风限电问题是影响项目经济效益的重要因素之一。风电场建设完成后，风电机组调试均正常，但因为电网消纳能力不足导致风电机组停止运行或仅能按比例并网送电。全国弃风限电最严重的地区主要为吉林省、黑龙江省、内蒙古自治区、新疆维吾尔自治区和甘肃省等“三北地区”。2012、2015和2016年是3个弃风限电高限值年度，据国家能源局统计数据显示，2012年全国弃风电量约为200亿kWh，2015年全国弃风电量约为339亿kWh，2016年全国弃风电量达到约497

亿kWh。2017年以来，弃风限电问题有所缓解，2018年全国弃风电量降至277亿kWh。投资后评价工作后发现，公司风电项目也都因为限电损失电量而导致收益受损。但由于积极开展发电权置换、大用户直供，以及跨省、跨区域交易等政策营销手段，使得公司风电项目的限电率低于全国平均限电率。

2) 可再生能源补贴不到位是影响项目经济效益的另一个重要因素。据风电行业内粗略统计，纳入第1~7批补贴目录的可再生能源项目每年补贴需求在1500亿元以上，每年可再生能源附加征收补贴金额约为800亿元，补贴缺口约700亿元。随着可再生能源并网装机容量的增加，补贴缺口将不断加大。2017年年底，可再生能源发电补贴缺口累计达1127亿元，2018年补贴缺口累计达2000亿元，2019年则已接近3000亿元。公司的风电项目虽然分时分批获得了补贴，但不足应收全部补贴的20%，是公司收益的巨大缺口。因为是应收收益，在投资后评价工作中，未到账补贴仍按利润列入。

3) 风电电价逐年下调对项目的可持续发展不利。自2009年8月实施陆上I~IV类资源4段电价以来，风电上网电价已于2015、2016、2018、2019和2020年连续5次降低，我国风电电价具体情况如表2所示。有的区域限电率很低，也通过“市场化交易”方式变相降低了上网电价。总之，电价退坡是必然趋势，这对风电后续可持续发展有一定影响。

4 风电项目投资后评价的结论和经验

在投资后评价工作中，通过对比，查找出项目在前期开发、建设、运营和可持续发展中的诸多问题，比如经验不足、管理问题或环境政策问题等；然后通过分析问题，总结经验与教训，为今后风电项目的开发建设提供借鉴。

1) 前期工作一定要将测风工作做实做细，其是风电场盈利水平的重要参数之一。理论上风电



表 2 我国风电电价一览表
Table 2 China wind power price

(单位: 元/kWh)

	2009 年之前	2009-08	2015-01	2016-01	2018-01	2019-01	2020-01
陆地 I 类资源	批复	0.51	0.49	0.47	0.4	0.34	0.29
陆地 II 类资源	批复	0.54	0.52	0.5	0.45	0.39	0.34
陆地 III 类资源	批复	0.58	0.56	0.54	0.49	0.43	0.38
陆地 IV 类资源	批复	0.61	0.61	0.6	0.57	0.52	0.47
海上近海区域	—	—	0.85	0.85	0.85	0.8	0.75
海上潮间带区域	—	—	0.75	0.75	0.75	—	—

机组输出功率 $W=1/2pAv^3$ (其中, p 为折减系数, A 为扫风面积, v 为风速), 从公式可以看出, W 与 v 的立方成正比, 即若风速提高 2 倍, 则输出功率提高 8 倍。因此, 风速是风电场重要的核心数据, 其决定了风电项目的发电量水平, 必须高度重视。

首先, 布点测风应尽量涵盖拟建风电场的所有具代表性的地点, 尤其是环境复杂的山地丘陵地区, 这样可为接下来的微观选址提供较为详实的数据信息, 使布机工作的效率更高, 并尽可能获得全场发电量最大的布机方案。

其次, 对拟建风电场场址所在地的不同环境特性也要充分掌握, 如沿海地区的雷电、盐雾问题, 高原地区的高海拔、凝冻问题等, 全面详实的资源信息可帮助设计单位细化施工设计方案, 规避基建中不确定事件的发生, 从而提高施工质量和进度。

2) 微观选址工作决定了风电场的发电量和效益, 必须认真细致地考虑地形、主风向及风电机组尾流的影响, 科学布置好机位和线路。除了应用 Wasp、Windfarmer 等多种布机软件进行设计、校核外, 还应要求设计院和有丰富生产经验及工程建设经验的人员一并到现场进行实地踏勘, 以便可及时根据实际情况修正方案, 避免出现建成后个别风电机组输出功率低下, 影响风电场整体效益的情况。

3) 在设计阶段要加强合理管控, 对风电机组

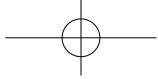
基础, 风电机组降荷载、线路走向、杆塔材料选择、道路走向等主要环节要认真组织图纸会审, 仔细推敲, 进行精细化优化设计, 对节省工程造价、降低施工难度、提升施工进度都起着重要作用。

同时, 在基建和生产准备阶段应做好现场设计、设备厂家资料、图纸的收集工作, 由于现场施工工期紧、施工单位多、施工作业面广, 容易出现设计资料、图纸收集不全的情况, 为后续设备检修、技改造成困难。

在进行投资后评价工作时, 发现问题的同时也可以看到各项目为实现盈利目标所采取的诸多有效措施, 比如通过捆绑招标降低成本, 加快基建进度, 压减财务费用, 降低融资成本, 加强检修及时排除故障隐患, 缩短停机时间, 积极开展跨网交易、大用户直供等营销手段等, “先天不足后天补”, 这些措施也有效地提高了项目收益。公司参与投资后评价工作的风电项目的全部投资财务内部收益率均符合考核要求, 没有亏损项目。

5 总结

2019 年 5 月国家发展和改革委员会发布了《关于完善风电上网电价政策的通知》, 明确了 2019~2020 年风电上网电价政策 (具体电价见表 2), 并明确了自 2021 年 1 月 1 日开始, 新核准的陆上风电项目全面实现平价上网, 国家不再补贴。因此, 2020 年是风电平价上网前的最后一年, 将是新一轮风电抢装潮。但是抢装再激烈, 也



一定要抓住建设中的关键环节，规避风险，把握全局，打赢“十三五”风电的最后一战。

总之，风电项目投资后评价工作可以让企业

重新对已建成投产项目的立项、建设、运营、绩效和可持续性进行对照、分析和总结，查缺补漏、温故知新，从而不断提升风电项目投资水平。

THE POST-INVESTMENT EVALUATION OF WIND POWER PROJECTS

Song Yuhong

(Hua'neng Renewables Co., Ltd., Beijing 100036, China)

Abstract: This article proposes the background and signification of post-investment evaluation of wind power projects. The foundation, method and content of post-investment evaluation are introduced. The problems and experiences are summarized in terms of pre-development, construction and operation, economic benefits and sustainable development.

Keywords: wind power project; post-investment evaluation; pre-development; construction and operation