

光伏发电项目综合经济效益评价

贺彦伟, 陈永静, 王 明

(国华(哈密)新能源有限公司, 新疆 哈密 839000)

摘要: 光伏发电项目作为清洁能源的重要组成部分, 具有显著的环境友好性和长期的经济价值。然而, 其项目效益受自然条件、技术、社会和经济等多种因素影响。为了准确评估项目的经济效益, 需建立包括运营模式分析、成本计算和收益预测在内的效益计算模型。基于此, 本文以某光伏发电项目为例, 通过详细分析项目总投资、发电量、成本及效益, 深入了解项目的经济效益和潜在价值, 为投资者和决策者提供科学依据, 推动光伏产业的可持续发展。

关键词: 光伏发电项目; 综合经济效益; 评价

中图分类号: F426

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2024.24.020

光伏发电项目综合经济效益评价不仅有助于准确评估项目的投资回报率和经济效益, 为投资者提供决策依据, 还能反映项目在能源结构转型、环境保护和可持续发展方面的贡献。此外, 评价结果还能政府制定相关政策提供数据支持, 促进清洁能源产业的发展, 助力实现绿色、低碳的经济发展目标。

1 光伏发电项目特点

1.1 环保无污染

光伏发电过程中没有燃烧过程, 因此没有废气、废水、废物的排放, 是一种清洁的发电方式。

1.2 运行安静且无机械磨损

光伏发电设备主要由电子元器件构成, 没有回转运动部件, 因此运行时没有噪声, 且不容易受到机械冲击和振动的影响, 维护费用低, 使用寿命长。

1.3 高效节能

随着科技的发展, 光伏电池的转换效率逐年提高, 使得光伏发电系统更加高效。利用现代技术手段, 如使用单晶硅和多晶硅等高效光伏电池, 可以大幅提升光伏发电的能量利用率。

1.4 安全可靠

光伏发电系统具有良好的可靠性和安全性。光伏电池组件采用固态结构, 无可动部件, 且在工作过程中不产生噪音和放射性物质, 对人体和环境无害。

1.5 模块化设计与灵活性

光伏发电系统具有模块化设计的特点, 可以按需增减光伏电池组件, 灵活布局, 适应不同场地和需求。这种灵活性使得光伏发电系统可以满足不同规模的用电需求。

1.6 长期投资回报率高

虽然光伏发电系统的建设投资较高, 但其使用寿命长、维护成本低, 且太阳能作为免费的能源来源, 可以降低能源采购的成本。随着太阳能技术的成熟和规模化应用, 光伏发电的成

本逐渐下降, 投资回报周期也在缩短。

2 光伏发电项目效益的影响因素

2.1 自然条件因素

日照时间和强度是决定光伏发电效益的关键因素。在日照时间充足、光照强度高的地区, 光伏电站能够接收更多的光能, 从而提高光电转换效率, 增加发电量。反之, 在日照时间短、光照强度弱的地区, 光伏电站的发电能力将受到限制, 影响项目的整体效益。此外, 光伏组件的安装角度也会影响发电效率, 适当的安装角度可以确保光伏组件能够最大限度地接收阳光, 从而提高发电效率。然而, 在实际建设中, 受场景条件限制, 可能无法完全按照最佳角度安装光伏组件, 这也会对发电效益产生一定的影响。

2.2 技术因素

首先, 光伏组件的光电转换效率直接关系到项目的发电量和收益。高效的光伏组件能够更充分地转化太阳能为电能, 从而提升整体的发电效率, 为项目带来更高的经济效益。其次, 逆变器的选择也至关重要, 高效稳定的逆变器不仅能减少能量转换过程中的损失, 还能确保电能质量, 进一步保障项目的收益。最后, 合理的电站布局、先进的并网技术以及智能运维系统等技术因素, 都能有效降低运营成本, 提高光伏发电项目的经济回报率。

2.3 社会因素

首先, 市场需求也是影响光伏发电项目经济效益的重要因素。随着社会对清洁能源和可持续发展的认识不断提高, 对光伏发电的需求也在逐渐增加, 这为光伏发电项目提供了广阔的市场空间, 有助于提升项目的经济效益。其次, 社会对光伏技术的接受程度也影响着项目的经济效益。随着光伏技术的不断成熟和普及, 越来越多的人开始认可并接受光伏发电, 这为项目的推广和应用创造了良好的社会环境。最后, 光伏产业的快

速发展也带动了相关产业链的发展，创造了更多的就业机会，促进了地方经济的增长，进一步提升了光伏发电项目的社会效益。

2.4 经济因素

光伏发电项目的经济效益受到多重经济因素的深刻影响，其中商业模式和投融资机制扮演着至关重要的角色。商业模式决定了项目如何运作、如何盈利以及如何在市场中定位自己。一个成功的商业模式能够确保项目在长期内保持竞争力，并通过创新的服务和解决方案来吸引和维持客户。而投融资机制则直接关系到项目的资金筹集和运营资金保障。合理的投融资策略可以降低项目的资金成本，提高资金利用效率，并通过引入多元化的投资者来降低风险。

3 光伏发电项目的效益计算模型

3.1 运营模式分析

(1) “自发自用、余电上网”运营模式

这种运营模式允许光伏发电系统首先满足用户自身的电力需求，当发电量超过用户消纳能力时，多余的电能可以出售给电网，实现经济收益。该模式结合了自用和上网两种优势，不仅降低了用户的能源成本，同时也为用户提供了额外的收入来源。

(2) 全额上网运营模式

全额上网运营模式是指光伏发电系统所发的全部电量都直接并入公共电网，用户通过电网购电满足自身用电需求。该模式简化了光伏发电系统的运营流程，使用户无需考虑电能的存储和自用问题，只需关注光伏电站的发电量和上网电价，享受稳定的电价收益。

(3) 合同能源管理运营模式

合同能源管理运营模式是一种基于合同约定的光伏发电项目运营模式。在此模式下，能源管理公司负责投资、建设和运营光伏电站，并承诺向用户提供稳定的电力供应和能源管理服务。用户通过支付服务费用享受优惠电价和专业的能源管理服务，而能源管理公司则通过运营光伏电站获得经济收益。该模式实现了光伏发电项目的专业化管理和运营，提高了项目的整体效益^[1]。

3.2 光伏发电项目成本

(1) 初始投资成本

设备成本包含光伏组件和逆变器、支架、电缆等其他设备。其中光伏组件是光伏发电系统的核心部分，其成本占比较大。2022年我国地面光伏系统的初始投资中，组件约占投资成本的47.09%，组件成本约为0.6元/W^[2]。逆变器、支架、电缆等其他设备的成本也是初始投资的重要组成部分。具体的成本会因项目规模、设备型号和选择等因素而有所不同。

非技术成本包含土地费用、电网接入成本和管理费用。首

先，对于地面光伏系统，土地费用是不可避免的一部分。这包括土地租金、植被恢复费或相关补偿费用等。其次，将光伏发电系统接入电网会产生一部分电网接入成本，包括送出线路改造、变电站建设等。最后，将光伏发电系统接入电网需要一定的管理费用，包括前期管理、勘察、设计以及招投标等费用。

(2) 运维成本

运维成本包括设备维护、巡检、保险、利息等方面的费用。电站运维是保障整个光伏发电系统安全、稳定、高效运行的关键，也是投资者收益回报的保障，运维成本的具体数额会因项目的实际情况而有所不同。

(3) 综合成本计算

在计算综合成本时，可以将初始投资成本和运维成本进行加总。为了更准确地评估项目的经济效益，还需要考虑项目的发电量、电价等因素。

3.3 光伏发电项目收益

光伏发电项目的收益计算是一个涉及多个因素的过程，以下是对其收益计算的详细解析。光伏年收益的基本计算公式：

$$\text{年收益} = \text{光伏发电量} \times \text{光伏上网电价} \quad (1)$$

其中，光伏发电量指光伏发电系统在一年中所发电的总量，单位为千瓦时(kW·h)；光伏上网电价指光伏发电系统将发电卖给电网的价格，单位为元/千瓦时(元/kW·h)。

在实际应用中，光伏年收益的计算公式还需要考虑到一些修正因素，如光伏系统的损耗、电网的补贴政策等。因此，完整的光伏年收益计算公式可以表示为：

$$\text{年收益} = \text{光伏发电量} \times \text{光伏上网电价} \times (1 - \text{光伏系统损耗率}) + \text{补贴} \quad (2)$$

其中，光伏系统损耗率指光伏系统在发电过程中因为各种原因导致的发电量损失的比例；补贴指政府或电网对光伏发电项目给予的一定补贴或奖励。

在实际项目中，光伏年收益的计算还需要考虑到光伏系统的安装成本、运维成本等因素。因此，完整的光伏年收益计算公式可以进一步表示为：

$$\text{年收益} = \text{光伏发电量} \times \text{光伏上网电价} \times (1 - \text{光伏系统损耗率}) + \text{补贴} - \text{安装成本} - \text{运维成本} \quad (3)$$

光伏项目成本主要包括安装费用、设备购买费用、电网连接费用等。这些成本会直接影响到项目的收益率和投资回收期。

光伏项目通过将发电卖给电网或其他企业获取收益。在我国，光伏发电项目有上网电价销售和以自发自用方式销售。其中上网电价销售是将发电卖给电网，并按国家规定的电价进行结算；以自发自用方式销售是将发电用于自己的日常用电，而剩余电量则通过电网进行结算。

许多国家和地区都出台了各种奖励政策来鼓励光伏项目的建设，包括补贴、税收减免等，这些政策的实施也会对项目

收益产生重要影响。其中电价作为影响新能源电站收益的关键因素之一，电价政策的变化会直接影响到项目的收益情况。例如，分时电价政策的变化可能会对光伏系统的收益产生重大影响。而投资回收期是投资者最关心的指标之一。通过对项目投资额和项目每年的净收益进行比较，可以计算出项目的投资回收期。通常来说，投资回收期越短，项目越具有吸引力^[3]。

综上所述，光伏发电项目的收益计算是一个涉及多个因素的复杂过程。准确分析项目成本、发电效益、售电收益、政府奖励政策等因素，并考虑到电价政策的变化和投资回收期等因素，能够更全面地评估光伏发电项目的收益情况。

4 案例分析

4.1 项目概况

某集中式光伏发电项目是一项旨在利用太阳能资源，为社会提供可再生电力的重大项目。该项目规划建设装机容量为交流侧容量为100MW，本工程光伏组件直流侧总容量为130.2912MW_p，光伏场区内32个光伏子方阵，本期光伏区总用地约210.52公顷（约3157.8亩）。

项目的建设过程包括前期调研、项目设计、工程建设、并网接入和运营管理等多个阶段。在项目前期，团队对选址、太阳能资源等进行了深入调研和评估，确保项目的可行性和经济效益。在设计阶段，项目制定了详细的技术方案和设计方案，确保电站的布局、设备选择和安装等符合国家标准和行业规范。项目建成后，将实现电力的并网接入，通过国家电网将电力输送到远距离负荷。项目的经济效益显著，主要通过发电销售获得收入，预计每年可实现数千万元的利润，具备可观的经济效益和投资回报性。同时，项目还具备显著的社会效益，能够推动可再生能源在社会中的应用和普及，促进可持续发展^[4]。

4.2 项目投资概算

本工程设计概算编制依据国家能源局发布的《光伏发电工程设计概算编制规定及费用标准》；工程内容包括光伏电场、集电电缆、场区道路、储能工程等。电池组件本体及其他设备价格参照2022年市场价格水平确定。设备运杂费及材料保管费等结合合同价格、光伏发电工程地域不同、不同的交通运输方式等来确定。工程静态投资为51659.15万元，工程动态投资为52051.01万元，单位千瓦静态投资为3964.90元，单位千瓦动态投资为3994.98元；资本金占总投资的20%，其余为银行贷款。

4.3 发电量估算

本工程发电系统25年的总发电量约为492190.71万kW·h，年平均发电量19687.63万kW·h，年平均等效利用小时数为1511.05h。

4.4 发电效益计算

发电收入是上网电量和上网电价的乘积，该项目运行期内平均年上网电量为19687.63万kW·h。上网电价按照

0.262元/kW·h（含增值税），0.2319元/kW·h（不含增值税）计算。则含增值税发电效益=19687.63万kW·h×0.262元/kW·h=5158.16万元；不含增值税发电效益=19687.63万kW·h×0.2319元/kW·h=4565.56万元。

4.5 项目经济效益评价

本项目上网电价按照0.262元/kW·h（含增值税），0.2319元/kW·h（不含增值税）计算。项目投资财务内部收益率为5.77%（税后），资本金财务内部收益率为8.73%，投资回收期为13.31年，总投资收益率为3.95%，项目资本金净利润率为11.15%。

表1 项目经济效益指标计算结果

名称	单位	结果
平均电价（含增值税）-上网	元/kW·h	0.262
平均电价（不含增值税）-上网	元/kW·h	0.2319
投资回收期	年	13.31
投资内部收益率（所得税后）	%	5.77
资本金财务内部收益率	%	8.73
总投资收益率（ROI）	%	3.95
项目资本金净利润率（ROE）	%	11.15

从经济效益角度看，本项目建成后，资本金财务内部收益率为8.73%，全部投资的投资回收期为13.31年（如表1所示），具有较好的盈利能力，充分证明建设本项目是可行的。

5 结语

综上所述，光伏发电项目不仅是推动能源结构转型的关键力量，也是实现可持续发展目标的有效途径。通过综合考虑自然条件、技术、社会和经济因素，构建合理的效益计算模型，能够更准确地评估光伏发电项目的经济效益，为未来的投资决策提供科学依据。随着技术的不断进步和政策的持续支持，相信光伏发电项目将在全球范围内发挥更加重要的作用。

参考文献：

[1] 杨昌辉，石瑞智.我国分布式光伏发电项目经济效益评价研究——基于区域层面不同电价情景的分析[J].价格理论与实践，2021，（12）：167-171。
[2] 舟丹.2022年我国光伏行业发展回顾[J].中外能源，2023，28（02）：10。
[3] 李璨.基于生命周期的光伏发电项目综合效益评价研究[D].青岛：青岛科技大学，2017。
[4] 江富平.光伏发电项目综合效益评价研究[D].武汉：湖北工业大学，2016。

作者简介：贺彦伟（1986-），男，陕西榆林人，大学本科，工程师，主要从事电力市场研究。