

合肥市分布式光伏发电经济性分析及发展策略研究

冯奕 耿瑞款¹

(南京工程学院 经济与管理学院, 江苏 南京 211167)

【摘要】: 分布式光伏发电是一种新型能源综合利用形式, 因其节能环保、因地制宜、可就近利用等优点而具有广阔的发展前景。合肥在可再生能源利用、节能建设方面是领跑者, 也是安徽省内唯一一个享有光伏补贴的地级市, 适合分布式光伏发电系统的建设与发展。本文在概述合肥市分布式光伏发展现状的基础上, 通过分析分布式光伏相关政策和光伏产业发展状况, 结合合肥市太阳能资源、电价水平等要素, 估算出合肥市首批公共机构光伏应用试点项目相应的参数, 对光伏发电项目进行经济性分析, 并对光伏发电项目的影响因素做敏感性分析。根据分析结论, 提出有关合肥市分布式光伏发电项目的投资策略及推广建议。

【关键词】: 分布式光伏发电 经济效益评价 敏感性分析

【中图分类号】:F2 **【文献标识码】:**A

太阳能是可再生的清洁能源, 具有多种利用形式, 分布式光伏发电具有利用率高和污染低两大优势。合肥市曾上榜全国首批新能源示范城市名单, 该市有着丰富的太阳能资源, 比较适宜投资建设分布式光伏项目。然而, 由于高成本的建设投资、吃紧的金融资金授信、风电投资挤压给大规模推广分布式光伏发电项目带来了新的挑战。

在国外的研究中, 许多学者从当地太阳能资源潜力、投资建设光伏发电项目的财务指标和构建相关模型等方面来研究光伏发电项目的经济可行性。近几年国内文献的研究主要集中在太阳能资源丰富性的考察、政府对于光伏产业发展的政策支持力度、分布式光伏项目的经济指标分析及其投资前景预测和发展策略研究方面。

由以上研究成果可以得出, 国家和当地政府对所处不同资源区、不同上网模式的分布式光伏项目的补贴力度有所不同, 各地项目的建设成本及电价水平有所差异, 因此需要结合实际情况来对具体的光伏发电项目进行具体分析。本文主要研究了目前中国光伏发电行业的发展形势, 并对光伏发电成本构成及光伏项目投资建设的经济性展开了探讨, 以合肥市首批公共机构光伏应用试点项目中某中学食堂屋顶安装的分布式光伏发电项目为例, 并辅以相关影响因素的敏感性分析。可帮助居民、光伏企业等社会主体做好分布式光伏发电项目的投资决策, 也可为政府部门制定相关政策提供参考, 有利于促进合肥市推广建设分布式光伏发电项目。

1 合肥市分布式光伏发电现状

根据国家能源局发布的 2013-2019 年上半年中国光伏新增装机容量数据显示(如图 1), 2013 年以来, 我国光伏新增装机容量保持在 1000 万千瓦以上。2016-2018 年的光伏装机容量增长十分快速, 年新增超过了 3000 万千瓦。2019 年上半年, 全国光伏新增装机 1140 万千瓦。根据能源局数据, 2019 年上半年新建光伏电站为 682 万千瓦, 占比 59.8%; 分布式光伏 458 万千瓦, 占比 40.2%。

作者简介: 冯奕(1987-), 女, 江苏连云港人, 博士, 讲师, 研究方向为能源技术经济及管理。

基金项目: 江苏省教育厅高校哲学社会科学基金项目(2017SJB0400); 南京工程学院创新基金面上项目(CKJB201908); 江苏省高校哲学社会科学优秀创新团队建设项目(2017ZSTD025)。

受到有补贴的竞价项目和平价项目的并网时间与申报时间有延迟或滞后的影响, 2019 年的新增装机容量较上年有明显的下降。

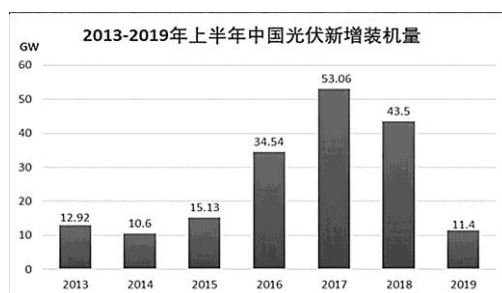


图 1 2013-2019 年上半年中国光伏新增装机容量

光伏新增装机容量的明显下降, 意味着光伏发电增速放缓, 将会使得国内的光伏制造业面临着巨大的发展压力, 很有可能引发新一轮的行业洗牌。在由国家发改委、财政部、国家能源局联合印发的《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》中提到了“我国光伏发电当前发展的重点需要从扩大规模转到提质增效、推进技术进步上来, 需要降低发电成本、减少补贴依赖, 以实现推动行业有序发展、高质量发展的目标”, 确定了我国光伏行业接下来要“提质增效”的发展方向。

在全国分布式光伏发电现状的大背景下, 合肥市分布式光伏发电现状呈现以下几个特点。

1.1 装机容量及并网容量稳居全国省会城市之首

截至 2018 年年底, 合肥市已建成并网的光伏地面电站及分布式电源项目累计达 1.8 万个, 装机容量 2.2GW, 稳居全国省会城市之首。2018 年 3 月 27 日 11 时 35 分, 合肥电力调度控制中心系统数据显示, 全市光伏发电总量达到 98.82 万 kWh, 约占总用电负荷 316.7 万 kWh 的 31.2%, 即瞬时的光伏发电量已经占到用电量的三成以上。

1.2 分布式光伏发电项目助力合肥政府扶贫

在 2019 年国家颁布的首批光伏发电项目平价上网名单中, 合肥市共计 2 个项目名列其中。肥东县是合肥市第一批进行分布式光伏扶贫项目的试点城市。至 2019 年 10 月底, 村级光伏扶贫电站共产生发电收益 2058.34 万元, 户用光伏扶贫电站共产生发电收益 3256.18 万元。

2 分布式光伏发电试点项目相关参数估算

由于合肥市不同类型用户的安装空间及规模还有所选择的自发自用比例有所不同, 因此对度电补贴需求的差异也就有所差别, 所以各光伏项目的收益宜单独分析。现以合肥市首批公共机构光伏应用试点项目中的某一家中学食堂平屋顶所安装的分布式光伏发电系统为例, 根据已有数据及相关资料估算出该项目的部分参数。

2.1 发电量估算

分布式光伏项目的年发电量是其经济性指标分析的重要参考因素, 与年平均太阳辐射量及太阳能光伏电池板总面积及其发电效率有关。由《2019-2020 年全国各地太阳能总辐射量与年平均日照量汇编》可知, 安徽地区太阳能年辐射量为 $1163-1625\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$, 由于本文案例研究对象合肥市, 其地理位置为安徽中部, 为方便研究及进行以下计算, 故其太阳能年辐射量取区间中点值 $1393\text{kWh}/\text{m}^2$, 同理, 年日照小时数取 2200 小时, 标准光照下年平均日照时间为 3.8 小时。

为便于计算及分析,本文取该中学 100m²左右的食堂平屋顶做计算示例。若按每平方米装机容量为 100W 的标准来进行估算,则该中学的食堂平屋顶可安装约 1MW 的光伏组件,设其寿命期为 20 年。

计及发电效率约为 16%,该项目建成投产后的实际年发电量估算为 $L=H \times S \times \eta =1393 \times 100 \times 0.16=22288kW$ 。

2.2 上网电价估算

该分布式光伏项目的用户即为决策者,可自由选择上网模式。不同的上网模式下,分布式光伏发电的电价有所差别。现将“自发自用,余量上网”定义为模式 1,“全量上网”定义为模式 2。将度电补贴视为收入,计入电价,则具体电价计算明细如表 1 所示。

表 1 两种上网模式下的具体电价计算明细表

模式	具体电价计算
模式 1(假设自用比例为 80%)	自发自用部分电价=用户电价+国家补贴+当地补贴=0.5953+0.05+0.15=0.7953 元/千瓦时
	余量上网部分电价=当地脱硫煤电价+国家补贴+当地补贴=0.3693+0.05+0.15=0.5693 元/千瓦时
模式 2	等效电价=第三类资源区的标杆电价+国家补贴+当地补贴=0.49+0.05+0.15=0.69 元/千瓦时

由表 1 可以得知,在模式 1 下的电价为 $0.7953 \times 0.8 + 0.5693 \times 0.2 = 0.7501$ 元/千瓦时,远高于全量上网模式下的电价 0.69 元/千瓦时,因此选用“自发自用,余量上网”模式可为电力用户降低成本实现余电创收,提高使用效益。所以本文以下的算例研究主要采用模式 1。

2.3 建设投资成本和年运营成本估算

投资建设分布式光伏发电项目,前期需要考虑购买光伏发电设备的费用和安装费等,另外还要考虑光伏发电系统的运维费用。由历史研究经验数据可知,平均维护成本大概占投资成本的 1%~3%。根据相关资料,可以估算出当前该试点中学屋顶安装的光伏成本单价如表 2 所示。

表 2 试点光伏项目的建设投资及运维成本估算表

类别	名称	类型	单价(元/W)
建设投资估算	组件	单晶/多晶	1.7-1.96
	逆变器	组串式/微型	1.22-1.38
	支架	铝合金/不锈钢	1.15-2
	电缆线路	直流/交流	1.1-1.5
合计			5.17-6.84(本文取 6)
运维成本估算	安装运维费用	人工成本	0.3-0.5

	监控系统维护费	/	0.05-0.2
	工程保险	第三方意外险	0.2-0.4
合计			0.55-1.1 (本文取 0.8)

3 分布式光伏发电经济效益评价

3.1 发电收益计算

分布式光伏发电电站的发电收益由以下三个部分构成: 发自自用节省的电费、国家和部分地方的补贴、将余电售卖给电力公司获得的收入。现在对模式 1 和模式 2 的年总收益进行估算, 结果如表 3 所示。

表 3 两种上网模式下的年发电收益计算明细表

模式	年总收益明细
模式 1 (假设自用比例为 80%)	年收益=22288*0.7501=16718.23 元
模式 2	年收益=22288*0.69=15378.72 元

由此可见, 该 1MW 的光伏发电项目在模式 1 下可获得的年度总收益为 16718.23 元, 模式 2 下的年度总收益为 15378.82 元。对于该中学来说, 两种模式下的收益均十分可观, 并且模式 1 下的收益更胜一筹。

3.2 项目经济性分析

为对该项目的经济性进行分析, 本文选择静态投资回收期 and 内部收益率作为衡量指标。在模式 1 下, 该分布式光伏发电系统的经济性有关参数如表 4 所示。根据上文估算数据, 其初始投资为 6 万元, 年运维费为 8000 元。

经过估算, 该项目年净收益在 8718.23 元左右, 静态投资回收期为 6.88 年。由此可得, 寿命期为 20 年的分布式光伏发电项目需要近 7 年的时间才可回本, 因此它是一个长期投资建设项目, 在投资时应该谨慎考虑。

从内部收益率角度来年地, 该项目内部收益率为 13%, 相对来说还是比较可观的。

表 4 模式 1 下该分布式光伏发电项目的经济性分析

序号	项目	结果
1	初始投资/元	60000
2	年均发电量/kWh	22288
3	年发自自用电量(80%)/kWh	17830.4

4	年余量上网电量(20%)/kWh	4457.6
5	年余量上网电量收入/元	1646.19
6	年自发自用电费节省量/元	10614.44
7	年自发自用补贴收益/元	4457.6
8	年运维费	8000
9	年净收益/元	8718.23
10	项目净现值(贴现率取8%)	23700.8
11	静态投资回收期/年	6.88
12	内部收益率/%	13

4 项目参数的敏感性分析

结合本文第3部分的经济效益评价方法,影响分布式光伏发电项目收益的因素是项目年发电量、上网电价、建设投资和年运维成本。投资者在对某一光伏发电项目进行投资决策时,需要在投资决策的前中后期考虑上述四类变量的数值发生变动时给项目净现值带来的影响。

其中上网电价主要受到用户电价、电价补贴以及自发自用比例三个因素的变动影响;建设投资成本主要受到组件、逆变器、支架和电缆等设备类市场价格的变动影响,年运维成本主要受到安装费、系统维护费和工程保险费等非设备类市场价格的变动影响。因此选择以上共计四类变量的八个影响因素作为影响项目净现值的主要变动因素。

由表5可知,影响该试点项目净现值最敏感的变量是影响年均发电量的年辐射、电池板面积和发电效率三个因素,敏感系数达6.4,因这三个因素以同样的方式影响着年发电量;接下来的影响因素由大到小依次是上网电价中的用户电价(4.1)、年运维成本中的非设备类市场价格(3.1)、建设投资成本中的设备类市场价格(2.3)、上网电价的电价补贴(1.7)、上网电价的自用比例因素(1.5)。

表5 变动因素对项目净现值的影响分析计算结果

序号	变动因素								计算结果	
	年均发电量			上网电价			建设投资	运维成本	净现值 (元)	敏感系数
	年辐射 (kWh/m ² ·年)	电池板面积 (m ²)	发电效率	用户电价(元/kWh)	电价补贴(元/kWh)	自用比例	设备类 (元)	非设备类 (元)		
0	1393	100	0.8	0.5953	0.2	0.8	60000	8000	23700.8	0
1	+10%								38899.57	6.4

2	-10%								8499.67	6.4
3		+10%							38899.57	6.4
4		-10%							8499.67	6.4
5			+10%						38899.57	6.4
6			-10%						8499.67	6.4
7				+10%					33350.22	4.1
8				-10%					14051.38	4.1
9					+10%				27,753.19	1.7
10					-10%				19648.45	1.7
11						+10%			27,368.15	1.5
12						-10%			20033.45	1.5
13							+10%		18,145.25	-2.3
14							-10%		29256.36	-2.3
15								+10%	16,428.10	-3.1
16								-10%	30973.5	-3.1

5 投资策略及推广建议

5.1 对居民的建议

5.1.1 适当选择分布式光伏项目的规模

自 2017 年以来,户用光伏的单户平均容量在逐年增加,但经费预算和安装规模也随之增加。居民可根据自身用电情况即用电习惯和用电量,酌情考虑所装分布式光伏装机容量的大小。

5.1.2 把握分布式光伏项目抢装期风口

2020 年将是国家实施补贴光伏发电项目政策的最后一年。另外受到海外疫情的影响,国内光伏设备厂家的出口在一定程度上受到限制。因此居民可把握住近阶段可能出现的光伏项目抢装期风口。

5.2 对光伏项目投资者的建议

建议光伏项目投资者提前对项目开展深度调研与分析,可在项目评审阶段就建立起严格的风险防范措施与评价机制。与政府、电网、企业等部门建立合作共赢的关系,建立起完善的合作机制与详实的风险分担机制。

5.3 对光伏设备制造企业的建议

5.3.1 加大关键核心技术的研发力度

以阳光电源、晶澳、通威等为代表的光伏龙头企业应加大关键核心技术研发的投入,力争做到提质增量和扩充产能,降低光伏产品的成本,吸引更多光伏项目的投资。

5.3.2 加强分布式光伏领域的标准化研究

各能源公司应加强光伏发电领域的标准化研究,提升服务运营和产品认证水平,以系列化、精细化、多样化的产品生产为方向,满足投资者的选购需求与未来分布式光伏电站的新兴发展趋势。

5.4 对政府主体的建议

5.4.1 加大光伏新能源研究人才的引进力度

鼓励合肥市主营分布式光伏产品及服务的企业与国内外各大重点高校签订相关合作协议,大力引进高校的中高端研究人才,充实人才队伍。

5.4.2 加强各大产业园区招商引资的理念培养

可以瞄准国内外重点企业,招进一批重点项目,并且完善光伏行业上下游的产业链配套合作,提高项目招商的精准度和专业化水平。

5.4.3 健全分布式光伏行业投融资体系建设

推动健全并创新分布式光伏的融资模式,创新开发有利于分布式光伏项目投资建设并建成并网的金融支持产品,以促进合肥市分布式光伏的规模化发展。

参考文献:

[1]Edgar F.M.Abreu,Paulo Canhoto,Victor Prior,R.Melicio.Solar resource assessment through long-term statistical analysis and typical data generation with different time resolutions using GHI measurements[J].Renewable Energy, 2018, 127:398-411.

[2]Reza Bakhshi-Jafarabadi,Javad Sadeh,Mehran Dehghan.Economic evaluation of commercial grid-connected photovoltaic systems in the Middle East based on experimental data:A case study in Iran[J].Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2020, 37:100581.

[3]R.Guerrero-Lemus,D.Cadillas-Ramallo,T.Reindl.A simple big data methodology and analysis of the specific yield of all PV power plants in a power system over a long time period[J].Renewable and Sustainable Energy, 2019, 107:123-132.

-
- [4]周昱彤,鞠振河.关于太阳能发电技术的综述与展望[J].电子世界,2020,(01):83.
- [5]任洪国.大庆太阳能资源分布特点及开发利用研究[J].建筑节能,2019,(10):122-125.
- [6]许一凡.能源局拟组织无补贴光伏示范项目去补贴或将加速[J].能源研究与利用,2018,(5):21-22.
- [7]李苏洋.觅光破局立标共谋光伏产业发展[J].中国经贸导刊,2019,(8):63-66.
- [8]杨歌.电力能源看两会[J].电力系统装备,2018,(3):26-30.
- [9]聂新伟,徐齐利.光伏发电产业补贴政策为什么进退难以自如?——基于政府与市场主体的博弈分析[J].金融理论探索,2019,(6):8-18.
- [10]邹雨芯.分布式光伏发电的经济效益分析[J].产业经济,2019,(9):61-62.
- [11]李青丽.分布式光伏发电项目成本收益分析[J].电力与能源,2018,(05):80-83.
- [12]潘彬彬,陈祉好,贾楠菲,等.关于光伏发电成本核算问题的研究——基于 LCOE 方法的分析[J].价格理论与实践,2019,(05):140-142.
- [13]施泉生,于文姝,谢品杰,等.能源互联网背景下分布式光伏发电的经济效益研究[J].电网与清洁能源,2016,(1):100-106.
- [14]胡润青.分布式光伏发电项目投融资的国际经验及启示[J].可再生能源,2016,(12):23-27.
- [15]韦晓.光伏发电的现状及未来发展趋势分析[J].地产研究探讨,2019,(15):154.
- [16]刘方旭.中国光伏产业现状与发展策略研究[J].科学经济导刊,2019,(30):16-17.