

双碳目标背景下分布式光伏发电的发展前景分析

曾 阔

(中电建新能源集团股份有限公司辽宁分公司, 辽宁 沈阳 110000)

摘要: 在当前我国明确提出双碳目标的背景下, 作为清洁可再生的太阳能资源利用技术也迎来了新的发展时机, 尤其是在科技进步以及政策扶持的加持下, 我国光伏装机容量持续增加, “光伏+”应用场景愈发多元化。基于此, 本文结合实践, 剖析了分布式光伏发电的优势与不足, 并重点对分布式光伏发电的应用前景进行分析, 旨在为分布式光伏发电的发展提供参考。

关键词: 双碳目标; 分布式光伏发电; 太阳能

中图分类号: TM615

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2024.30.022

光伏发电可分为集中式光伏发电、分布式光伏发电两大类, 其中, 分布式光伏发电主要利用闲置的空间(如厂房屋顶、建筑外墙、零散地面等)铺设光伏电板, 将太阳能转化为电能, 以供日常生活与生产所需^[1]。随着科技进步, 分布式光伏发电的应用场景不断增加, 市场规模逐步扩大, 并网装机容量已超过光伏发电并网装机容量的1/3, 发展前景一片光明。

1 分布式光伏发电的应用优势

1.1 应用优势

(1) 可再生无污染

太阳能是可再生资源、清洁能源, 能持续不间断地产生热能, 分布式光伏发电是一种有效的利用太阳能的方式, 和传统能源相比, 具有无噪音、零排放、无污染等特点, 有利于环境保护, 并在一定程度上减少了气候变暖等温室效应^[2]。

(2) 缓解用电压力

分布式光伏发电峰值在白天, 通过自发自用能够在一定程度上缓解该时间段用电端需求较大的压力。产生的多余电能可以储存起来, 配套新型储能设备, 可以对自身用电状况进行调节, 通过削峰填谷, 缓解了企业拉闸限电的困境, 达到用电最经济的效果。

(3) 降低电能损耗

分布式光伏发电应用场景灵活, 可在城市的公共建筑、农村的农田水池、牧区的草场铺设, 一些地区利用高速公路边坡、服务区屋顶、高层建筑幕墙等设置光伏电板, 就近就便向负荷侧供电, 可大幅减少长距离输送造成的电能损耗。

(4) 减少电网冲击

与集中式光伏发电相比, 分布式光伏发电靠近负荷侧, 直接接入公共配电网, 仅作为辅助电源, 且加上受变压器、继电器等保护, 对电网的冲击也相对较小, 因此, 由分布式光伏

组成的诸多微电网成为发展智能电网的重要组成。

1.2 效益点分析

(1) 节约电费成本

分布式光伏发电通常采用自发自用、余电上网模式, 并网后用户优先使用光伏发电, 将原本应使用电网的费用节约下来, 和工业及民用电价格相比, 其平准化度电成本明显低廉。此外, 余电还可以卖出, 获取一定的收益。

(2) 投资成本不高

分布式光伏发电系统各项组件相对统一, 投资成本相对固定, 具有一定的投资收益, 即使建设分散, 也不会增加规模成本。以容量1MW分布式光伏发电系统为例, 总投资300万元, 平均每天发电2700kW·h左右, 每年发电量98万kW·h, 此外, 还有各项补贴政策, 无论企业还是个人都可以获得收益^[3]。

(3) 节约土地资源

分布式光伏发电布局灵活、分散, 在闲置的建筑或厂房屋顶布置即可, 不用额外占用土地, 不用向政府申请土地指标, 可节约紧张的土地资源, 适用性较好。

(4) 社会形象较好

积极响应国家绿色低碳战略采用分布式光伏发电, 有助于提升企业积极担当作为、履行社会责任的良好形象。以容量1MW分布式光伏发电系统为例, 每年可节约标准煤332t, 减少污染物排放(包括碳920t、硫28t、粉尘250t等), 节约用水3700t。

2 分布式光伏发电的缺陷

2.1 对电压管理要求高

相比传统输电网而言, 分布式光伏电站把太阳光转换成直流电, 经过光伏逆变器把直流电转换成交流电, 再调控供给附近的用电设备使用, 或者直接并入电网, 其产生的电能有

时被称为“垃圾电能”，大量并网会对原有电网造成一定冲击，特别是逆变器会造成电压波形畸变，电压调整比较麻烦^[4]。

2.2 对继电保护要求高

分布式光伏电站随机性高，大量并网接入会导致电网功率异常，一旦电站出现短路，配电网的电流、荷载就会受到影响，对继电保护等装置要求提高，也影响了配电网的原有规划和建设。

2.3 对开发模式要求高

分布式光伏电站参与方众多，各类开发模式层出不穷，不确定因素也将增多，一些投资方与用户直接签订购电协议，并私下结算，容易扰乱市场，还有可能造成资源浪费。

3 分布式光伏发电的应用前景

3.1 在高速公路路基边坡的应用

利用高速公路路基边坡，建设分布式光伏组件，通过光伏发电并配置新型储能设施，实现光储充一体化建设模式。这种模式既可以为高速公路的运行、新能源汽车提供用电保障，也可以储能或者并网，实现“自发自用，余电上网”。首先，沿着两侧边坡，特别是朝南方向铺设光伏组件，能为电子标识、道路监控、通讯基站、灯光照明等提供用电需求，可布设面积较大，资源丰富且容易连片，但过于分散，接入电缆过长，并网不方便。其次，利用路基边坡铺设光伏组件，需充分考虑自身安全及交通安全问题，根据现场情况进行优化论证，为提升效益，应尽量集中，且接近服务区布设。再次，施工便捷，可利用高速公路沿线布设光伏设施，与路基路面施工同时进行，不破坏原有结构，做到“同步设计、同步施工、同步投产”。光伏发电作为一种新兴的能源形式，其能够减少对化石能源的依赖，且能够带来长远的经济效益。最后，光伏设备管理成本相对较低，光伏设施运维管理与高速公路日常运营管理一并统筹，仅需增加若干名维护人员。根据有关测算，高速公路每公里可利用路堤边坡面积约为0.13万m²，可铺设光伏组件0.12万m²，平均装机容量0.23MW。目前“高速公路+光伏”项目已在多个省份试点应用，并建成高速公路沿线光伏电站装机容量超400MW，预计年均发电4亿kW·h，减少碳排放40万t^[5]。

3.2 在高速服务区、停车棚的应用

为充分挖掘路域内能源优势，打造电能“供-用-受”自主可控的绿色公路，许多高速公路收费站、服务区、停车棚的光储充一体化项目已投入使用^[6]。在车棚顶部安装光伏组件，可充分利用光伏车棚的组件发电，并通过充电装置将产生的电能储存到蓄电池为电动车充电或提供灯光照明等，电能自发自用，甚至还可以实现余电上网，且光伏车棚同时具有遮阳、遮

雨的作用，如图1所示。

根据测算，收费站、服务区屋顶、车棚平均装机容量0.8MW。根据用电状况，新型储能设施配套比例10%~20%。以容量1MW分布式光伏电站为例，加上新型储能设施投资，总投资约330万元。如果按照全额上网售电收入约38万元，减去运营费，收益约33万元，理论投资回收期约为10年；如果按照光伏消纳、削峰填谷测算，理论投资回收期约6年。建设分布式光伏发电以及新型储能设施，可将光伏电量优先存储在储能系统中，余电供应负荷，待光伏电量不足时，由储能向负荷供电，通过储能系统平滑发电量和用电量，提升光伏发电的消纳率，最大程度上实现用电利益最大化。这不仅贯彻了国家节能降耗的要求，也有利于降低收费站、服务区等运营成本、提升经济效益以及盘活闲置资产。



图1 光伏车棚效果图

3.3 在工业厂房屋顶的应用

在屋顶直接铺设光伏组件，不占用土地，施工便捷，成本不高，并为房屋隔热降温，应用较为普遍。尤其是对于工商业而言电价较高，部分区域商业用电电价超过1元/kW·h，因此，对于耗电量较高的工商业，可充分利用大面积工业厂房屋顶，直接铺设光伏组件建设分布式光伏系统^[7]。以建筑面积3万m²的工业厂房计算，平均每个工厂可建设5MW装机规模的电站，按照1kW·h光伏发电能够减少0.997kg二氧化碳排放的理论值计算，年均发电490万kW·h，年均减少碳排放4880t。除了节约用电，光伏发电产生的碳交易指标出售也有望成为增收来源之一，参照当前碳当量价格50元/t计算，每年还可以获取碳排放交易收益约24.4万元。分布式光伏规模越大，产生的碳排放交易收益越可观。

具体安装方式为：以某工厂工业厂房为例，在工厂彩钢瓦基础上铺设光伏板，该厂房屋顶有680mm~1000mm的排烟装置，预估约80个，烟囱铺满整个屋顶。根据1:2的测算原则，烟

窗两边2m的宽度都不铺设光伏面板（影响发电量），整个屋顶的光伏板的铺设面积在70%左右，整体屋顶利用率较高。

3.4 在乡村农田池塘的应用

落实乡村振兴战略，利用乡村农田、池塘等较为空旷的场地，在地面铺设光伏组件，固定支架列阵发电，采用“自发自用、余电上网”模式，推广应用分布式光伏发电系统。该系统建设模式基本一致，但运营模式略有区别，比如，由A公司承接某乡村光伏发电EPC项目，实行投融资一体化，考虑到融资问题，选择B公司发起基金，与A公司、属地政府平台公司合资成立项目公司，提供总承包、运营维护服务，合作方创新商业模式，发挥各自优势，形成互补协同，做好利益共同分享、风险共同承担工作。该项目对乡村约5000户农户居住的房屋进行改造，每户装机容量为8kW-20kW，自发电并网前15年收益归属项目公司，15年后的收益都归属农户，产权同步转移。该模式通过赠送电量，将一部分利益转化为农户增收，与项目公司共同享有收益。同时，该项目在并网前几年，还获得上网价格补贴，通过测算，属于经济收益高、回收周期短，符合内含报酬要求，达到A公司、B公司预期，推动了项目快速落地见效，实现政府-企业-农户的合作共赢。

3.5 在建筑幕墙的应用

近年来，分布式光伏在建筑幕墙研究中的应用逐步增多，主要原理是将传统玻璃幕墙替换为太阳能面板，其结构和受力一致，采用含有光伏构件且具有太阳能发电功能的幕墙，让幕墙具有良好的采光、抗晒、保温等性能，同时能将收集到的光能转换成电能，具有显著的经济效益和环境效益，进一步提升了建筑的社会效益。光伏幕墙分为两种，一种是透明光伏幕墙，铺设单晶硅、多晶硅为主的光伏板，其特点是光电转换效率高、保温性好、遮光性好，整体显得平滑；另一种是半透明光伏幕墙，铺设非晶硅薄膜光伏板，其特点是低温情况下可以沉积在基板上，但光能利用率不高。另外，在建筑光伏幕墙安装时，为保证光伏组件与建筑的整体协调性、美观性，且能够最大限度地接收太阳辐射，应结合当前光照情况合理设置光伏组件倾角。

以某大型商业综合体建筑为例，其总高度约92m，建筑幕墙总面积约2.5万m²，其中，光伏幕墙面积约4500m²，不同倾角采光面年均太阳辐射量数据见表1，在倾角为20°-24°时太阳能辐射量达到了1266kW·h/m²，光伏幕墙建成后整体并网安装容量可达300kWp，该建筑光伏幕墙预计年发电可达34万kW·h，按照火电厂发电耗煤量，预计每年可节约136t标准煤，每年可减少99t二氧化碳排放量、2.2t粉尘排放量、0.8t灰渣

排放量，真正落实了国家号召的绿色能源政策^[8]。

表1 不同倾角采光面年均辐射量

倾角(°)	采光面总辐射量(kW·h/m ²)
18	1264
19	1265
20	1266
21	1266
22	1266
23	1266
24	1266
25	1265
26	1264

4 结语

分布式光伏发电是推动能源结构优化、实现节能减排、促进经济转型发展的有效途径之一，具有十分广阔的发展前景。在具体实践过程中，还应不断加大技术研发力度，创新管理模式，丰富应用场景，提升自发自用、余电上网能效，以进一步实现经济效益、环境效益和社会效益的同步提升。

参考文献：

- [1] 时璟丽. 分布式光伏发展模式和政策机制思考[J]. 中国电力企业管理, 2023, (25): 6-7.
- [2] 王永利, 张吉林, 逢博, 等. 双碳目标下的分布式光伏发展前景[J]. 科技与创新, 2023, (15): 59-61.
- [3] 李明东, 李婧雯. 双碳目标下中国分布式光伏发电的发展现状和展望[J]. 太阳能, 2023, (05): 5-10.
- [4] 章小飞. 分布式光伏低压接入对电网的影响分析[J]. 大众用电, 2024, 39(07): 35-36.
- [5] 艾彝, 孟海龙. 四川高速公路范围内分布式光伏发电潜力浅析[J]. 交通节能与环保, 2023, 19(04): 95-99.
- [6] 梁玉其. 分布式光伏发电在高速公路服务区的应用[J]. 中国交通信息化, 2024, (S1): 576-578.
- [7] 李楷泽, 李邦彦, 雷一东. 双碳目标下上海光伏发电现状及发展路径[J]. 光源与照明, 2024, (04): 116-118.
- [8] 刘林, 王成, 阮会明, 等. 基于碲化镉的分布式光伏发电系统设计研究[J]. 建筑电气, 2023, 42(07): 10-14.

作者简介：曾阔（1996-），男，辽宁葫芦岛人，大学本科，助理工程师，主要从事新能源发电项目前期管理研究。