云南省分布式光伏开发现状及制约因素探讨

李 杰

（云南能源投资股份有限公司，云南 昆明 650200）

摘要：在双碳背景下，清洁能源必然会进入快速发展时期，分布式光伏项目也将迎来发展的高峰期。文章对我国分布式光伏发展历程及发展现状进行了研究分析，通过对当前云南省分布式光伏的发展及制约因素进行探讨，给出了新能源投资开发企业针对分布式光伏项目的相关开发工作建议。

关键词：分布式光伏；发展现状；制约因素；工作建议 **中图分类号：**TM727

Discussion on the Status Quo and Restrictive Factors of Distributed PV Development in Yunnan Province

LI Jie

(Yunnan Energy Investment Co., Ltd., Yunnan Kunming 650200, China)

Abstract: In the context of carbon neutrality and carbon peak, clean energy is bound to enter a period of rapid development, and distributed photovoltaic projects will also usher in a development peak. This paper analyzes the development history and current situation of distributed PV in China, discusses the development and constraints of distributed PV in Yunnan province, and provides suggestions for the development of distributed PV projects for new energy investment and development enterprises.

Keywords: distributed photovoltaic; development status; constraints; work suggestions

2020 年我国提出“双碳”战略目标，新能源中的光伏发电以其特有的优势成为实现这一目标的主力军。随后国家及地方政府出台了一系列政策，促进光伏行业的快速发展，其中国家能源局出台的《关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，使分布式光伏发电爆发式增长。

分布式光伏发电是以用户侧自发自用为主、多余电量上网且在配电网系统平衡调节为特征的发电方式[1]，具有就近利用、产业互补、灵活高效的优点，是推动非化石能源跨越式发展的重要能源利用方式[2-3]。本文从开发企业的角度出发，对云南省分布式光伏项目的发展现状及制约因素进行分析探讨，对企业项目推进过程中存在的困难及经验进行总结，以期对新能源项目开发企业起到参考作用。

1 我国分布式光伏发展状况

1.1 分布式光伏概念的演变

1.1.1 第一阶段（2014 年 9 月以前）

2013 年 11 月，国家能源局下发《关于印发分布式光伏发电项目管理暂行办法的通知》首次定义分布式光伏发电为“在用户所在场地或附近建设运行，以用户侧自发自用为主、多余电量上网且在配电网系统平衡调节为特征的光伏发电设施”。电压等级：10 kV 及以下。项目规模：单点容量不超过 6 MW（多点接入以最大为准）。消纳范围：接入配电网并在所在变电台区消纳，不向上一级送电。

1.1.2 第二阶段（2014 年 9 月—2019 年 4 月）

2014 年 9 月，国家能源局下发《关于进步落实分布式光伏发电有关政策的通知》对分布式光伏的范围进行了扩大：“利用建筑屋顶及附属场地建设的分布式光伏发电项目，在项目备案时可选择“自发自用、余电上网”或“全额上网”中的一种模式”。电压等级：10 kV 及以下，渔光互补/农光互补为 35 kV 及以下。项目规模：单点容量不超过 6 MW（多点接入以最大为准），渔光互补/农光互补单点接入容量不超过 20 MW。消纳范围：接入配电网并在所在变电台区消纳，不向上一级送电。

1.1.3 第三阶段（2019 年 5 月—2023 年）

2019 年 5 月，国家能源局下发《关于 2019 年

收稿日期：2023-07-03

风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》将光伏项目分成 5 类：光伏扶贫项目、户用光伏项目、普通光伏电站、工商业分布式光伏发电项目、国家组织实施的专项工程或示范项目。电压等级：10 kV 及以下。项目规模：单点容量不超过 6 MW（多点接入以最大为准）。消纳范围：接入配电网并在所在变电台区消纳，不向上一级送电。

1.2　我国分布式光伏装机及区域分布情况

1.2.1　装机情况

2021 年分布式光伏新增装机首次超过集中式光伏，2022 年该趋势延续，分布式光伏新增 51.1 GW，同比增长 74.5%。

截至 2022 年年底，我国分布式光伏累计装机容量为 157.6 GW，自 2019 年起装机增速逐步回升。

2022 年工商业分布式光伏业务大幅度提升，主要区域市场集中在长江三角、东南沿海地区。

2022 年户是户用光伏取消补贴的第一年，但户用光伏几乎未受到补贴的影响，新增装机容量继续提升。尽管户用光伏每年新增速度很快，但市场渗透率仍然比较低，仅为 6% 左右，未来具有一定潜力。

1.2.2　区域分布情况

截至 2023 年 1 季度，山东、浙江、河南、河北、江苏 5 省分布式光伏装机容量合计占比达到 64%。户用分布式光伏市场集中在河北、山东、河南等华北地区。

2　云南省分布式光伏发展状况

2.1　云南省分布式光伏装机情况

截至 2023 年 1 季度，云南省分布式光伏装机容量为 70.1 万 kW，全国占比为 0.4%，在全国 32 省市中排名 24 位。

2.2　整县分布式光伏推进情况

2021 年 6 月国家能源局印发《关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，同年 9 月，国家能源局综合司公布了整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点名单，共计 676 个县（市、区），其中云南省 28 个区县被列为整县屋顶分布式光伏开发试点。

试点县规划合计装机 369.59 万 kW，截至 2023 年 3 月底累计并网 14.67 万 kW，建设完成率不足 4%，占全省分布式光伏装机 20%。开发商主要为央企、国企和地方国资企业，民营企业占比较小。从涉及的建设领域来看，开发企业更多青睐于开发工商业屋顶，户用光伏项目有所提升。

3　云南省分布式光伏开发制约因素

云南省辐照资源丰富，分布式光伏可开发装机规模较大，运用场景广阔。分布式光伏可运用于党政机关、学校、医院等公共建筑、工商业厂房、交通设施、通信基站、居民住宅等建筑物屋顶、外立面，以及具备条件的废弃土地、农业大棚、水利设施等，经初步评估，全省分布式光伏可开发装机容量约 2 400 万 kW。如此之大的可开发规模，为何在全国分布式光伏高速发展的情景之下，云南省实际开发情况却不尽人意，开发速度如此缓慢？通过调研部分试点县开发商及参建方，以及前期相关项目开发经验，云南省分布式光伏开发制约因素分析有以下几点。

3.1　云南省电价水平较低，导致项目经济效益低

据公开资料整理，2022 年全国各地电网企业代理购电价格来看，1～10 kV 电压等级工商业用户侧用电价格全国平均 0.619 8 元/(kW·h)，云南为 0.423 8 元/(kW·h)，排名 29 位，仅比青海、新疆价格高。燃煤标杆电价：全国平均水平为 0.393 元/(kW·h)，云南为 0.335 8 元/(kW·h)，排名 25 位。由于云南的销售电价、余电上网电价较低，导致以“用户侧自发自用、余电上网”的分布式光伏项目投资收益率较低。

3.2　非技术成本的增加，导致项目收益进一步降低

根据梳理部分整县分布式光伏项目业主优选情况，部分地方政府在招商引资中提出了资源入股、项目分成、捐款、项目配套投资、提前支付项目保证金以及约定屋顶租金等投资条件，增加了项目非技术成本投资，致使项目收益进一步降低，开发商投资意愿大打折扣。

3.3　整县分布式光伏项目点多量小，屋顶资源参差不齐，企业开发协调难度大

多数县区党政机关、学校、医院等公共建筑点多面小，且建设年代久远，屋顶已不具备安装光伏条件。同时，地方政府招商引资后配合支持力度不够，致使开发企业须花费大量人力物力摸排屋顶资源，并与各屋顶业主商谈合作模式，进一步降低开发商投资意愿。

3.4 部分地区电网网架结构薄弱，难以满足整县分布式光伏的大规模开发

部分县区电网网架结构薄弱，电网存在严重线路老化，变压器容量受限等情况，不具备户用的接网条件，制约着整县分布式光伏的规模化开发。

4 项目开发过程中存在问题及困难

分布式光伏项目主要建设在屋顶，相比于地面电站无需土地、路条费用，初始建设投资相较于地面电站低 0.5～0.7 元/W 左右，同时发电可自用，抵扣更高额的电费支出，使得分布式光伏本身的收益率高于地面电站。

分布式光伏项目的特点是点多量小，发电用电并存，涉及利益相关方众多导致不确定因素较多以及收益分配方式多样。企业在推进分布式光伏项目过程中，主要存在以下问题及困难：

4.1 业主诉求过高，导致项目达不到公司收益率要求

分布式光伏项目因用户自用电比例、自用电价、屋顶条件不同，其项目经济性也不同。部分项目业主方不考虑项目本身实际情况，过分诉求项目收益分享，项目收益率无法满足开发企业内部要求，从而导致项目无法推进。

4.2 项目竞争者较多

屋顶资源好、自用电量大、电价高的工商业厂房是各开发企业必争之地。该类工商业项目，项目开发企业较多，竞争较为激烈，业主可进行相互比较，从而选择能提供利益最大的开发企业。五大发电集团及部分央企针对分布式光伏项目，已将资本金内部收益率要求降低至 6.5%～7.5%，从而能给业主的优惠更大。

4.3 项目数量众多、区域分散，运营、安全管理难度较大

以整县分布式光伏为例，县区党政机关、村委会、学校及医院等公共建筑约共 100 多处，再加上农村居民屋顶，后期运维管理难度也将进一步加大。地面光伏电站通常建在距离居民区较远的区域，而分布式光伏项目近在咫尺，如果出现了意外，也会给人民的人身及财产安全带来极大威胁。

4.4 前期开发周期较长，业主耐心有限

分布式光伏项目备案程序简化，已免除发电业务许可、规划选址、土地预审、水土保持、环境影响评价、节能评估及社会风险评估等支持性文件。项目外部审批流程的简化，使得项目建设周期大大缩短，但当前国企央企等投资开发企业的项目内部决策流程较长，制约项目快速推进。

5 分布式光伏项目开发建议

在双碳背景下，我国一直在加快构建以光伏、风电等新能源为主体的新型电力系统。国家在《“十四五”可再生能源发展规划》中明确提出：坚持集中式和分布式开发并举，推动建设一批重大可再生能源基地，大力支持分布式新能源发展。《云南省可再生能源发展“十四五”规划》中提出，优化布局，全面有序推动风电、光伏开发。计划以整县分布式光伏、产业园区分布式光伏和多场景应用分布式光伏为重点，建设分布式光伏装机 600 万 kW。

根据以上背景，结合分布式光伏项目开发建设过程中遇到的问题和困难。对投资开发分布式光伏项目，有以下建议。

5.1 利用好企业自有产权屋顶，加快分布式光伏项目建设

当前，云南省分布式光伏开发企业大多为各大央企、国企，其企业自身就拥有多个产业园区、物流园区、各类工业厂房等，其屋顶产权清晰，耗电量较大，在此类厂房建设分布光伏，其经济效益明显。建议此类企业协调统筹资源，加快建设。

5.2 积极与大型工业园区、大型工业厂房业主洽谈合作

优先选择资信较好、厂房资源丰富的国有企业、上市公司作为合作对象。合作模式建议采用成立合资公司的模式开展，一来可共同分担项目风险，二来可排除其他项目竞争者。

5.3 结合乡村振兴战略推进整县分布式光伏开发

整县分布式光伏着重看地方政府配合支持力度以及对利益诉求方面，若利益诉求满足公司收益率要求情况下，建议尽快推进整县项目。

5.4 建立远程集控中心

随着企业后续项目的陆续开发建设，分布式光伏项目运营、安全管理难度将进一步加大，远程集控中心的建设将有效提高项目安全生产管理效率，

减少项目人工运营成本。

5.5　优化内部决策流程，加快项目推进

分布式光伏项目不同于集中式光伏项目，项目外部审批流程已大大简化，项目前期更多的是与屋顶业主的项目谈判，建议投资开发企业合理设置分布式光伏项目的投资决策流程，简化内部立项程序，加快推进项目落地实施。

6　结束语

分布式光伏项目是实现“乡村振兴”和“双碳”战略目标任务的重要举措，对我国能源转型、电力供应、降低用电成本都具有十分重要的意义[4]。云南省辐照资源丰富，分布式光伏可开发装机规模较大，运用场景广阔。积极推动云南省分布式光伏建设，从而降低传统化石能源用能比例，构建当代农村与城市绿色低碳能源体系，具有较强的经济效益及社会效益。

在分布式光伏开发大潮中，各投资开发企业要合理研判项目开发制约因素，不断探索项目合作模式，确保自身收益的同时也能为利益相关方带来效益，从而实现多方互利共赢。

参考文献

[1] 国家发展改革委．国家发展改革委关于印发《分布式发电管理暂行办法》的通知[EB/OL]．(2013-7-18)[2022-11-08]．http://www.gov.cn/zwgk/2013-08/14/content_2466462.htm．
[2] 国旭涛，蔡洁聪，韩高岩，等．分布式能源技术与发展现状[J]．分布式能源，2019,4(1):52-59．
[3] 闫湖，黄碧斌，洪博文，等．分布式能源商业模式重构与创新展望[J]．分布式能源，2019,4(2)：16-22．
[4] 肖利坤．东营市整市分布式光伏屋顶开发试点应用方案探讨[J]．农村电气化，2022,427(12)：53-57．

作者简介

李　杰（1988—），男，硕士研究生，工程师，主要从事分布式光伏、风电等新能源开发建设、管理等工作，E-mail：317604225@qq.com

（责任编辑：张峰亮）

(上接第 6 页)

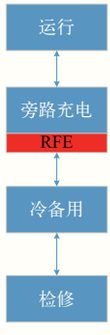

图9　顺控流程示意图

判据 4，确认旁路断路器 CB 处于合位后，检查后台节点信号正常，准备进入启动流程；

判据 5，准备充电 RFE 信号有效。

同时满足以上判据后，分布式潮流控制器开始由旁路充电状态到运行状态。

6　结论

变电站分布式潮流控制器作为一种创新的技术方案，具有明显的优势和潜力，对电力系统的运行和可持续发展起到积极的促进作用。

本研究提出了一种基于变电站分布式潮流控制器的高效控制策略，并验证了其在电力系统中的应用性能。通过实际应用和验证，证明了该策略的优越性和可行性。该策略能够有效解决传统控制策略中存在的问题，并显著提高电力系统的稳定性和可靠性。

该研究的成果对电力系统的智能化改造和管理具有重要的参考价值。通过采用变电站分布式潮流控制器的控制策略，可以实现电力系统的精细化控制和优化运行。这将提高电力系统的运行效率、能源利用效率，并且对于降低碳排放和实现可持续发展目标也具有积极的影响。

综上所述，基于变电站分布式潮流控制器的研究成果为电力系统的优化运行提供了重要的技术支持，有助于推动电力系统的智能化改造和管理，促进电力系统的可持续发展。

参考文献

[1] 沈诚亮，曹建伟，唐明，等．分布式潮流控制器实时控制优化应用功能研究[J]．浙江电力，2021,40(9)：55-61．
[2] 刘国静，祁万春，黄俊辉，等．统一潮流控制器研究综述[J]．电力系统及其自动化，2018,30(12):78-86．
[3] 陈子龙．变电站一键顺控建设方案及实施要点[J]．农村电气化，2021(10)：33-35．

作者简介

黄建阳（1990—），男，硕士研究生，工程师，主要工作方向：电网自动化运维，E-mail：279384281@qq.com。

（责任编辑：袁航）