

作者：周显峰 杜丽婧 王皓阳

## 引言

作为全球可再生能源大规模发展的重要技术，储能的出现和发展顺应了全球能源转型趋势，助推各国低碳目标的实现。在国内以及国际，储能项目（无论是单纯的储能项目，还是“储能+新能源”项目）均逐渐成为吸引投资人关注的新兴投资领域。本文从储能项目概念和技术分类出发，介绍其在发电侧、用户侧、输配侧等不同场景应用的特点和作用，以及不同国家（特别是西欧和美国等储能行业法律制度较为完善的国家）的储能行业产业政策，并对储能项目主要投融资模式进行概括，就我国企业投资此类项目需要关注的问题进行提示。

## 一、储能项目发展概述

### 1. 兴起背景

储能，指能量的存储，即通过化学或物理等方法将电能存储并在特定时间释放可供新能源项目利用的一种措施或技术手段。近年来，随着风电、光伏项目在全球范围装机容量的不断扩大，新能源项目本身所具有的间歇性和不稳定性缺点愈发凸显。由于储能可以大幅平抑风电间歇性能源波动、提高电能的可靠性，因此新能源项目“瞄准”了储能市场，通过与储能相结合的方式提高可再生能源的稳定性并实现可再生能源的高效利用；此外储能项目本身快速响应的特性还可以为电网提供调频等辅助服务。

根据伍德·麦肯锡2021年的一份预测报告，美国和中国能源行业致力实现脱碳目标将推动储能部署的快速增长，预计2030年的市场需求将接近1TWh；其中美国和中国的储能市场需求将占全球储能市场需求的70%以上<sup>1</sup>。

### 2. 技术分类

从技术角度，储能项目可以大致分为如下几类：

- 物理储能：包括抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能等；
- 电化学储能：包括锂离子电池、钠硫电池、铅酸电池、全钒液流电池、燃料电池、超级电容等；

- 蓄热储能：包括物理蓄热（显热蓄热、相变蓄热）以及热化学蓄热等；
- 氢储能：一种创新储能技术，即将易燃、易爆的氢气以稳定形式储存。

在上述技术类型中，除传统的抽水蓄能项目因技术成熟和成本较低得到广泛推广外，大量电化学储能技术也已经进入成熟的商业化应用阶段。本文下文主要围绕电化学储能进行分析和论述。

### 3. 应用场景

储能的应用场景十分丰富，覆盖电源侧、电网侧、用户侧、居民侧以及社会化功能性储能设施等多方面需求<sup>2</sup>。我们将其中主要应用场景概述如下：

- 发电侧  
：包括火储联合调频和“新能源+储能”形式。本文重点介绍后者。新能源配套储能项目可以在需求较低时储存电能，在需求较高时出售电能，从而获得电价套利。发电侧储能还可以将弃风弃光电量进行存储之后在其他合适时段进行释放，从而提高可再生能源的利用效率，减少限电带来的负面影响。此外，发电侧储能项目还可以为电网提供调频、电压支持等辅助电力服务。
- 电网侧  
：电网公司为维持电网稳定性、延缓电网扩容升级也会投资建设储能项目，或者从第三方储能项目（例如发电侧储能项目）购买调频等电力辅助服务。需注意的是，一些国家对于电网投资储能项目存在限制性规定。
- 用户侧  
：用户侧储能指在电力用户（包括居民用户、工商业用户、工业园区等）场地建设安装储能系统并接入内部配电网，主要作用包括提高分布式光伏自发自用量、利用峰谷电价差进行套利、降低用电成本、参与市场化需求响应、提升供电可靠性等。
- 基站备用电源  
：除电力系统外，储能也可应用于通信基站、数据中心和UPS等领域作为备用电源<sup>3</sup>。

## 二、国别视角：不同国家储能项目相关政策

政策支持可再生能源发电和储能项目投资开发是储能项目发展的法律基础，同时通

过补贴和税收优惠、允许储能参与电力市场交易等激励政策激发配储需求。

从全球范围内看，美国、西欧、日韩、澳大利亚等国家储能行业发展较早，法规制度和市场实践较为成熟；而在东南亚、南亚、拉美、非洲等新兴市场，储能行业发展较晚，目前仍在政策发展和完善阶段。

我们选取一些主要国别，简介其储能相关政策如下：

- 美国：美国能源部在几年前发布了“储能大挑战”（Energy Storage Grand Challenge）计划并投入大量资金，目标是在2030年开发并在美国国内制造能够满足美国市场需求的储能技术，使美国占有储能创新和应用领域的全球领导者地位。从应用场景看，美国以表前市场（front of the meter）主导，户用和工商业用户侧储能稳步增长。美国的激励政策主要体现在投资税收抵免（ITC）和加速折旧（MACRS）两个方面。在投资税收抵免方面主要针对配套可再生能源充电比例75%以上的储能系统，按充电比例给予最高30%的投资税抵免；在加速折旧方面允许储能项目按5-7年的折旧期加速折旧。另外，2020年12月美国通过了Better Energy Storage Technology(BEST)法案，为储能技术创新提供10亿美元资金支持。除联邦层面外，部分州政府部署了本州的储能目标并实施储能强制目标采购计划。
- 英国：  
：英国对储能项目发展采取了如下鼓励政策：(1)消除储能监管障碍，不再把储能项目完全照搬适用发电项目监管制度，而是针对储能项目特点细化监管规则，例如修改发电业务许可证相关规定、取消储能资产终端消费税（FCL）；(2)鼓励储能项目与电网运营商合作，减少储能项目的并网等待时间，并通过电网管理服务创造新的收入来源；(3)划拨2.46亿英镑开展法拉第挑战计划，提供创新资金支持储能部署；此外有条件地允许符合特定条件的储能项目享受低碳发电相关补贴。
- 澳大利亚：  
：从发展区域看，澳大利亚维多利亚州、新南威尔士州、南澳大利亚州储能发展较快，其他地区所占澳大利亚储能市场份额则相对较低。从储能应用场景看，澳大利亚表后储能（behind the meter）发展迅速，在储能市场占比不断提升。澳大利亚联邦和州政府均对储能项目推出补贴计划：包括联邦政府推出的ARENA资金支持与清洁复苏计划；新南威尔士、昆士兰、南澳大利亚等州政府针对户用电池储能项目或者社区级光伏+储能项目推出的州激励措施等。
- 菲律宾：  
：菲律宾是东南亚储能行业发展较早的国家，在2019年菲律宾能源部提供

- 了能源改革的框架，并针对储能系统改革以法规形式做出明确规定。菲律宾储能应用领域主要在分布式及微网（特别是在偏远海岛）和用户侧。
- 越南：在Feed-in Tariff电价机制的激励下，越南光伏、风电等可再生能源项目发展迅速，可再生能源占电力系统比重高，对电网系统规划、消纳、稳定运行等带来了较大挑战，电力系统对储能需求明显。目前越南针对储能项目尚未推出明确的法规和政策，储能项目处于起步阶段。2018年，美国贸易发展署向越南电力公司（EVN）拨款，以研究在越南部署先进储能技术的可行性。2021年10月，美国为越南庆和省一座公用事业光伏电站配套储能项目提供了296万美元的资助。
  - 韩国：  
：自2015年起，韩国推出支持用户侧储能的电费折扣计划；另外，如已建成风光电站或新建风光电站安装了储能系统或设施，则可享受更多支持政策<sup>5</sup>。

### 三、储能项目开发模式

储能项目投资开发模式主要包括独立运营模式和新能源配套储能模式。

- 独立运营模式  
：在独立运营模式下，投资人单独投资和运营单一储能项目，既可以为新能源电站提供服务，也可以为电网及用电方提供服务。例如，位于澳大利亚南部的霍恩斯代尔储能系统（Hornsedale Power Reserve）<sup>6</sup>从某种角度上体现了此种模式的应用，该储能系统市场地位独立，与附近的霍恩斯代尔风电场相连，在低价时储电，在需求高时放电，为客户提供能源管理服务并收取相应服务费用，并且为当地电网提供辅助服务，获取维持电网稳定性的收入和辅助服务收入<sup>7</sup>。
- 新能源配套储能模式  
：与独立运营模式相对，此模式下储能项目作为新能源发电项目的配套项目（如光/风储一体化项目），以提升发电项目收益、缓释弃光弃风的风险，其收益主要体现在光储/风储购电协议（PPA）的电价以及东道国政府授予的可再生能源补贴。对于此模式，特别是在已有的新能源项目上增加配套储能项目，投资人需要重点关注的问题包括：开发模式是否符合东道国法律要求、是否会构成购电协议项下购电方拒收电力或IPP违约事件、增设储能设施后是否可以继续享受当地新能源补贴、当地输配电网运营商是否

允许此种模式并有足够能力输配新能源发电量和储能电力等。

#### 四、储能项目收益模式

相比于一般新能源发电项目，储能项目收益模式更为复杂、灵活和多样化，我们将其（特别是独立运营储能项目）主要收益模式概括总结如下：

- 租赁收入：储能开发商将储能设施出租给用户（可以是发电厂或者是电力用户），用户定期支付租金（多为固定费率），通常应涵盖设备使用费、安装成本、运维费用、税费等投资成本。根据协议安排，在租赁期届满承租人可能会享有按市场价格购买储能设施的权利。
- 收益分成：此模式基于共享储能收益的策略，储能开发商与用户通常基于节省电费收益按照约定比例进行分成，因此储能开发商每月收益金额根据每月的电费节约的数额而变动。收益分成模式在家庭用户中比较少见，主要以工商业用户为主，常常和虚拟电厂、社区储能等结合使用<sup>8</sup>。
- 峰谷价差套利：该模式主要适用于自由电力市场国家，储能电站在电价较低时购买电量并储存，在未来电价较高时通过现货市场或向私营用电方出售，从而通过差价获得利益。
- 云储能：“云储能”（Cloud Energy Storage, CES）是储能领域的新概念，被认为是虚拟电厂的重要应用平台，指一种基于电网的储能服务，使电力用户随时使用由集中式或分布式储能系统或设施组成的共享储能资源，其将储能设施或系统汇集云端，使用云端的储能容量而替代实体储能，通过规模效应有效降低了提供储能服务的成本<sup>9</sup>。CES主要由CES用户、储能设施和CES运营商组成。
- 社区储能：该模式广泛应用于德国、美国和澳大利亚，社区储能模式的一个典型案例是德国Sonnen Batterie公司于2015年推出的Sonnen Community计划。根据该计划，其会员/用户将光伏电力存入电池储能，存储的电力被用于自消纳、社区用户之间的电力交易以及提供电网服务。除了将区域中的多点储能聚合起来进行交易，还有一种方式是将许多安装了光伏的电力生产者与一个独立的大型中央电池系统相连进行电力交易<sup>10</sup>。
- 电网服务：储能项目可以为电网提供调峰调频等辅助服务，并据此向电网公司收取服务费用或按照东道国相关政策享受调峰调频补贴。此外在一些国家，储能项目开发商可以根据与电网运营商签订的相关协议（如tolling agreement或capacity service agreement）从电网运营商收取容量电费和可变运维费用。

## 五、储能项目可融资性的挑战

除了一般可再生能源项目面临的共性问题，储能项目相对于可再生能源更为复杂，在可融资性方面面临更多挑战：

- 相关法规尚不健全  
：如上文所述，在亚非拉新兴市场，当前仅有部分国家公布了当地储能项目的监管制度和补贴政策；即使一些国家已经颁布了有关储能的规定，由于对储能项目认知尚不成熟，储能行业的政策规定往往变化较为频繁，存在较大的法律变更风险。
- 收益稳定性存在疑问  
：稳定的长期收益是项目可融资性重要条件之一。相比于新能源发电项目，储能项目通常不存在单一买方长期购电协议，在大部分国家也缺少明确的长期项目补贴政策，投资人在论证储能项目未来收益长期稳定并进行量化方面（特别是收益分成模式）存在一定的挑战。
- 相对方资信问题  
：合同相对方的资信或担保是项目可融资性的另一重要考量因素。然而储能项目合同相对方（电网服务模式除外）的信用评级通常相对于发电项目的购电方而言较弱。
- 技术要求方面的挑战  
：除抽水蓄能外，大部分储能技术属于新兴技术，在不少国家和地区行业技术标准体系尚不健全，缺少明确的技术标准。此外储能项目相比于发电项目，对于项目全生命周期的管理和运维要求更高，以应对不断变化的电力环境以及电网方面（如涉及电网服务）的要求。储能项目与发电设施和电网设施之间的界面管理也存在较高要求。
- 项目资产质量保证要求较高  
：储能项目的贷款方除了关注项目收益稳定性外，通常也非常重视储能项目底层资产（如化学电池）的质量与稳定性。投资人需要谨慎评估融资协议及商务合同中有关项目资产质量保证（warranties）的相关条款。

---

[1] 《Wood Mackenzie：2021年全球储能装机量或将达12GW/28GWh》，2021年10月9日，作者：新睿，来源：索比光伏网

[2] 教育部、国家发展改革委和国家能源局联合颁布的《储能技术专业学科发展行动计划（2020—2024年）》

[3] 《储能行业分析：海外发力、用户侧比拼》国泰君安证券，作者：肖洁、鲍雁新

[4] 英国电力市场分为英格兰、苏格兰和威尔士地区的大不列颠电力市场，以及北爱尔兰地区和爱尔兰共和国的综合单一电力市场，此处主要针对前者。

[5] 川财证券有限责任公司研究所编制的《电力系统储能发展掣肘探讨及海外经验借鉴》

[6] <https://hornsdalespowerreserve.com.au/>

<https://www.power-technology.com/marketdata/hornsdales-power-reserve-battery-energy-storage-system-australia/>

[7] 《电力系统储能发展掣肘探讨及海外经验借鉴》，川财证券有限责任公司研究所编制

[8] <https://www.grid-ess.com/5-business-models-of-distributed-energy-storage.html>

[9] 《未来电力系统储能的新形态：云储能》康重庆，刘静琨，张宁，第41卷，第21期，2017年11月10日

[10] 《分布式储能的5种商业模式》，2021年9月7日，[https://www.sohu.com/a/488251536\\_651733](https://www.sohu.com/a/488251536_651733)