

2025 年 10-11 月德国储能市场洞察报告

引言

德国的发电结构正在经历重大转变——从以核电和煤电的热力发电为主，转向越来越多地基于可再生能源发电，并辅以燃气电厂。在最新的《国家能源与气候计划》（NECP）中，德国设定了到 2030 年 80% 的电力来自可再生能源的目标。政府的目标是在 2038 年前、甚至可能早在 2030 年逐步淘汰硬煤和褐煤发电。为确保供应安全，政府计划招标额外的燃气电厂。虽然最初的目标是 10GW，但新成立的经济事务和能源部现在正考虑高达 20GW 的新燃气容量。

容纳可再生能源的显著增长需要电网具备更大的灵活性。这种灵活性的一部分可以通过扩大互联容量来提供，但储能——尤其是 BESS——也将发挥重要作用，如德国《电力储能战略》（Electricity Storage Strategy）所述。

投资者对德国 BESS 项目的兴趣持续激增。向德国电网运营商提交的海量电网接入申请就是证明——这些项目代表了超过 200GW 的 BESS 容量。这一庞大的排队名单反映了投资者进入德国 BESS 市场的强烈意愿，这种情况因即将到来的电网费用豁免截止日期（适用于在 2029 年 8 月之前投入运营的项目）而进一步加速。

第一章 宏观政策

1.1. 国家政策

1.1.1. 有利政策

- 2025 年，在电价出现负值的一小时内，新建设的储能项目将不再能够获得《可再生能源法》规定的补贴。这一规定旨在鼓励开发商将储能技术与光伏发电系统相结合，从而优化自身的收益；[1]

2. 2026 年输电系统运营商（TSO）将启动惯性服务采购，**配备构网型逆变器的 BESS 项目可参与 2-10 年期服务拍卖，一旦中标，储能系统将获得长期稳定收益**，其定价细节将于 2026 年 1 月公布，为市场新增稳定收入来源；[2]

3. 德国政府已启动包含长时储能在内的能源资源采购新框架，计划采购 500MW 长时储能，放电时长最长达 72 小时、额定功率不低于 1MW，**开发商将获得资本支出（CAPEX）补贴，补贴授予以单位兆瓦/兆瓦时最低储能成本为核心评判标准**；[3]

4. 到 2028 年，一个不偏袒任何特定技术类型的容量市场将会建立起来，这一市场能够为相关企业带来稳定的长期收入，但也会受到碳排放指标的限制；[4]

5. 2029 年 8 月前并网的储能项目**可享受电网费豁免**，目前对应申请并网的储能容量已经超过 200GW，显示出强烈的项目开发意愿；[5]

6. 2028 年前，德国将持续进行 InnoA 拍卖机制，这通常允许可再生能源技术与储能系统之间的组合。

1.1.2. 需要注意的政策

1. 成本分摊差异：建设成本分摊费（BKZ）最高占 BESS 投资成本 15%，地区差异显著——德国北部运营商提供最高 80%折扣，部分区域需开发商承担全额成本；**目前德国北部 BKZ 费用较低**；[6]

2. 土地选址限制：《德国联邦建筑法》第 35 条未将 BESS 归类为“特许”基础设施，无法在土地充裕且廉价的农村地区便捷选址；

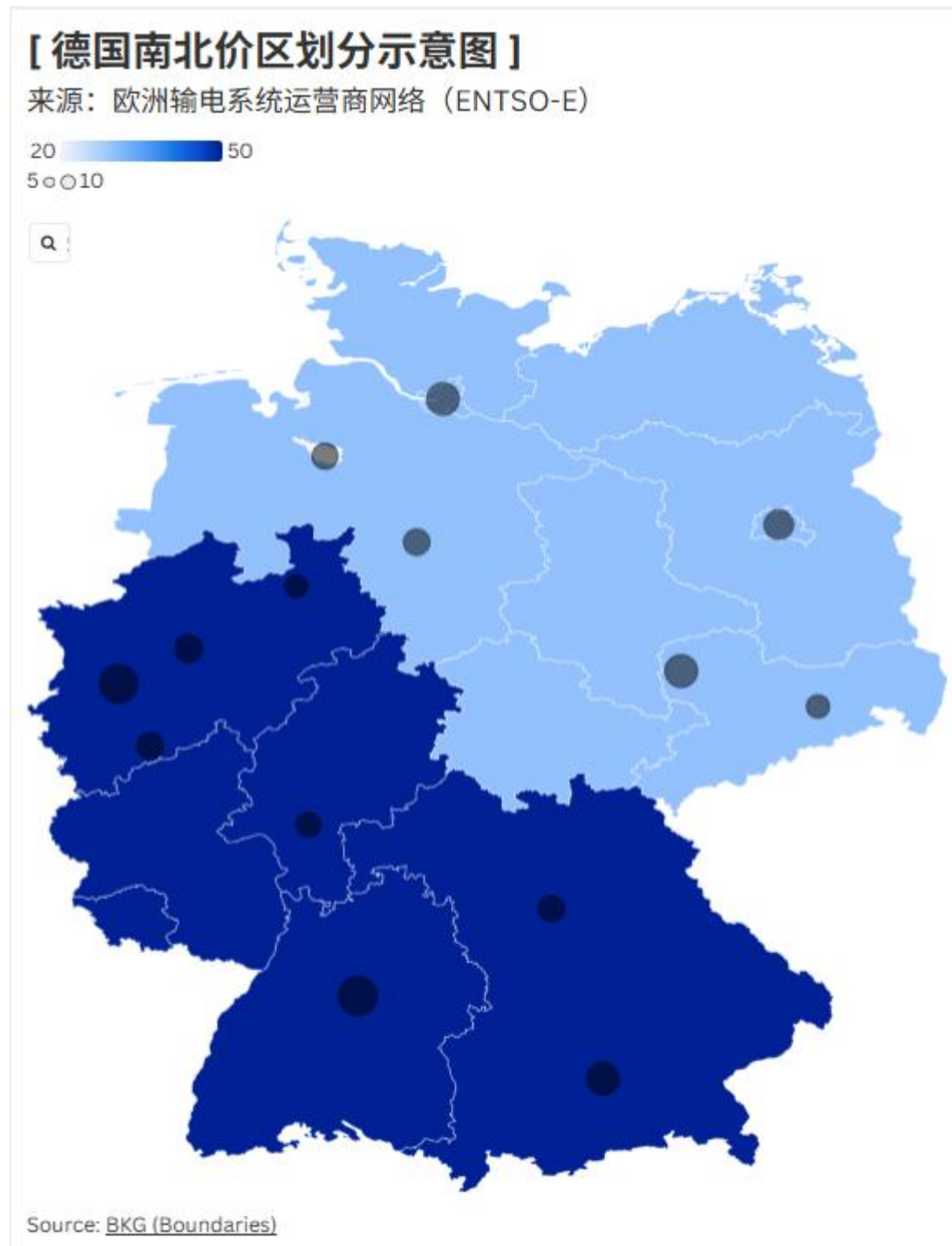
3. 欧洲输电系统运营商网络组织（ENTSO-E）规定欧洲未来额定容量超过 1MW 的新建储能系统和可再生能源电站，必须具备模拟同步电机的核心功能（构网能力）。

1.1.3. 影响储能开发的潜在因素

在德国规划 BESS 项目时，开发商必须已经考虑到地区差异。BKZ（建设成本分摊费）可能因地点不同而差异很大。此外，根据项目所在地点，开发商需要与德国的四家输电系统运营商（TSOs）之一，或者（如果接入配电网）与 800 多家配电系统运营商（DSOs）之一进行协调，每家运营商都有自己的程序和要求。

如果德国将其全国电力市场拆分为多个报价区（multiple bidding zones），选址将成为一个更加相关的参数。这种划分将影响每个区域的价格水平、波动性和市场深度（market depth），这些因素直接影响 BESS 项目的收入潜力。

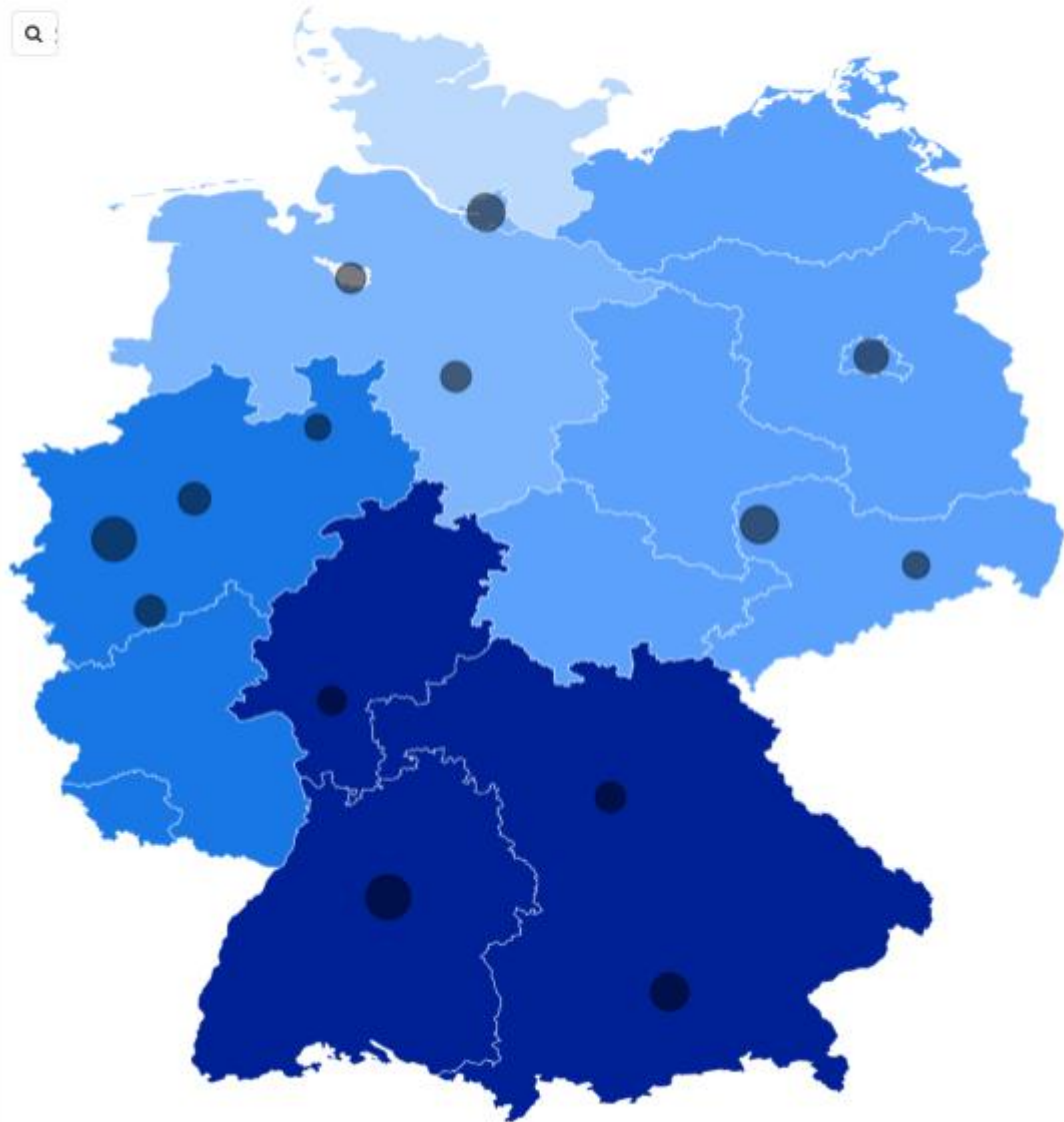
欧洲输电系统运营商网络（ENTSO-E）在最近的一份报告中建议将德国分为五个区域（five zones），以降低能源成本并加强跨境电力交易。其他方案也在讨论中，例如南北分割（north-south split）。



【德国五价区划分示意图】

来源：荷兰合作银行研究部（RaboResearch），2025年

20 70
50 10



Source: [BKG \(Boundaries\)](#)

尽管尚未宣布正式的时间表，但预计在 2027 年之前不会实施多个报价区。尽管如此，我们认为储能系统在建设之前应开始考虑潜在的分割对其收入潜力的影响。

1.2. 各州补贴政策

结合德国联邦及各州补贴政策导向，我司工商业储能产品与光储融合产品应重点聚焦政策支持力度大、补贴覆盖广、稳定性强的核心区域：工商业储能产品可优先布局巴登-符腾

堡州（商业储能最高享 40%资本补助，单项目上限 10 万欧元，支持独立工商业 BESS 与电网服务）、**萨克森-安哈特州**（工商业试点项目最高 40%投资补助，2023-2026 年每年有 200 万欧元专项预算，适配独立储能与电网服务场景）、**莱茵兰-普法尔茨州**（工商业储能资本支出补助达 25%，市政项目最高 30%，年度预算稳定）及**黑森州**（ $\geq 5\text{kW}$ 储能可享 KfW 贷款 25%利率奖励与资本补助，支持电网救援服务），同时可依托联邦层面 $\geq 1\text{MW}$ 项目的加速折旧（额外 20%折旧）、电网成本补贴等政策放大收益；**光储融合产品应重点攻坚巴伐利亚州**（500-1000 欧元/千瓦时补助，电网服务额外奖励 500 欧元/千瓦时）、**萨克森州**（ $\geq 25\text{kW}$ 光储系统享 800-1000 欧元/千瓦时补助，上限 1 万欧元）、**下萨克森州**（最高 25%投资补助，覆盖中小企业与住宅场景）及**勃兰登堡州**（20%投资补助+需求响应参与额外 5%补贴），并可叠加联邦 KfW270/275 低息贷款（最高 10 万欧元，年利率约 1%）与 EEG § 19 共置电价补贴，进一步提升产品市场竞争力。

层级	政策	补贴种类	补贴内容	要求	状态
联邦	KfW270/275（可再生能源）	低息贷款	每个系统最高可达 10 万欧元，年利率约为 1%	光伏配套电池储能系统（住宅和商业）	持续进行
	电网成本补贴（Baukostenzuschuss）	资本支出补偿	电网升级成本部分返还	$\geq 1\text{MW}$ 电池储能系统项目，已获得 DSO 批准	滚动招标
	加速折旧（AfA-Bonus）	税收减免	第一年+20%折旧	$\geq 1\text{MW}$ 工商业电池储能系统资产	持续进行
	EEG § 19(3a-c) 共置电价	上网电价/共置（配储）补贴	套利和电网服务按每千瓦时欧元阶梯式收费	电池储能系统（BESS）与可再生能源（RES）共址部署；三种“使用选择”路径	自 2023 年起
	TSO 惯性服务	服务报酬	合成惯性（电网	自 2026 年 1 月	2026 年 1 月

			形成)固定价格支付	起,电网形成电池储能系统(BESS)提供惯性	起
	DSO 灵活性招标(框架)	采购合同	灵活性(调峰、虚拟电厂)市场化支付	参与各地区配电系统运营商(DSO)招标	因 DSO 而异
	KfW281(储能项目)	投资补助	最高可达电池储能系统(BESS)资本支出的 30%,最高可达 3 万欧元。	光伏配套电池储能系统,≤30 千瓦时,私人住宅	持续进行
巴登-符腾堡州	储能补贴计划	资本补助	最高可达资本支出的 35%;最高可达 1500 欧元(私人);高达 40%的资本支出(商业),最高 10 万欧元	光伏配套电池储能系统和独立的工商业 BESS;电网服务	年度基金
巴伐利亚州	巴伐利亚州太阳能和储能补贴	单度电力补助	500-1000 欧元/千瓦时;电网服务奖励 500 欧元/千瓦时	光伏配套电池储能系统;奖励>10 千瓦时	年度上限
北莱茵-威斯特法伦州	北威州家庭储能	单度电力补助	500 欧元/千瓦时),最高可达 20 千瓦时;虚拟发电厂(VPP)+300 欧元/千瓦时	光伏配套电池储能系统>3 千瓦;参与虚拟电厂	直至 2026 年

黑森州	黑森州储能补贴	补助及利息奖励	KfW 贷款 25% 的利率奖励, 小额资本支出补助	≥5 千瓦 电池储能系统; 电网救援服务	持续进行
石勒苏益格荷尔斯泰因州	储能计划	固定费率补助	300 欧元/千瓦时, 最高可达 20 千瓦时	光伏配套 电池储能系统; 示范项目 (二次 电池)	年度上限
勃兰登堡州	勃兰登堡州光伏储能补贴	投资补助	资本支出 的 20%; 需求响应 (DR) 参与 额外 5%	光伏配套 电池储能系统, 参与需求 响应	2025 年 预算
下萨克森州	NBank 光伏储能	投资补助	最高可达 资本支出 的 25%	光伏配套 电池储能系统; 住宅 和中小企业	持续进行
萨克森州	萨克森州储能补贴	单度电力补助	800-1000 欧元 /千瓦时, 最高 10000 欧元	光伏配套 电池储能系统, ≥25 千瓦; 私人住宅	持续进行
柏林	柏林储能激励计划	单度电力补助	400 欧元/千瓦时, 最高 5000 欧元	光伏配套 电池储能系统, 自住 住宅	持续进行
萨克森-安哈特州	储能创新计划	投资补助	试点/示范项目 最高可达 资本支出 的 40%	工商业及“二次 利用”电池 储能系统; 独立/电 网服务	每年 200 万 欧元 (23-26 年度)
莱茵兰-普法尔茨州	储能资金	投资补助	工商业 资本支出 最高可达 25%; 市政当局 最高可达 30%	大于等于 30kWh 电池 储能系统; 商业及 公共运营 商	年度 预算 (约 300 万 欧元)

1.3. 储能系统认证并网要求

部件	工商业储能（低压接入）	独立储能（中压及以上接入）
PCS	VDE-AR-N 4105	按接入电压等级套对应 TAR
系统	小型低压 CI 往往不单独配置；但只要上到中压并网点需要执 TAR（4110）	中压：VDE-AR-N 4110 高压 VDE-AR-N 4120 特高压 VDE-AR-N 4130

1.4. 储能系统并网缴纳的费用清单

费用项	工商业储能	独立储能
BKZ	根据选址及项目规模确定	根据选址及项目规模确定
KraftNAV 流程费用	不适用	额定功率 $\geq 100\text{MW}$ 且接入 $\geq 110\text{kV}$ ；发电侧支付每兆瓦 1000 欧元的预留费，在电网运营商发出接入承诺后 1 个月内缴纳，若接入失败且非储能方原因，费用可退
KraftNAV 下的连接线费用	不适用	承担“电站到并网点之间连接”的费用

第二章 能源结构与装机预测

2.1. 能源背景

【2021 年，绿党加入执政联盟后发表数据】到 2030 年，德国计划将可再生能源在总电力消费中的占比提高到 80%，对应约 600TWh 绿色电力；同期规划陆上风电 115GW、海上风电 30GW、光伏 215GW，可再生能源将成为绝对主力电源。

与此同时，核电已经在 2023 年完全退役，煤电计划最晚在 2038 年之前全部退出。稳定、可调度的传统电源被系统性削减，系统对“灵活性”（flexibility）的需求急剧上升，储能自然成为最重要的备选方案之一。

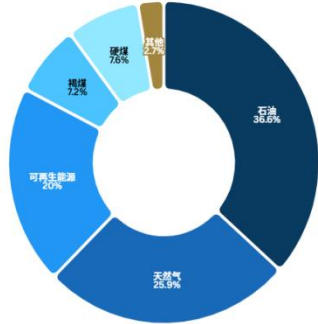
2.2. 发电结构

2.2.1. 德国发电资源

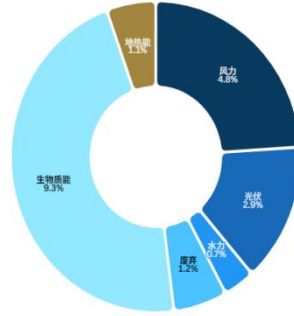
【德国能源行业统计组织 AGEB】从年度数据来看，2024 年德国电力总产量中各能源来源占比中，可再生能源已经挤进前三（石油占比 36.6%，天然气占比 25.9%，可再生能源占

比 20%)，结合上图，进一步佐证可再生能源已经逐渐成为发电来源的主要能源之一。可再生能源中，风光占比最高，约为 7.7%。德国在清洁能源转型的过程中稳步前进。

【2024年全年德国电力总产量中各能源来源占比】



【2024年全年德国电力总产量中可再生能源各来源占比】



2.2.2. 风光装机预测

【BNEF 预测：《2025 年下半年储能市场展望》】2030 年风电新增装机目标 24.31GW，光伏新增装机目标 23.25GW，风光装机的快速扩张为储能提供持续需求。

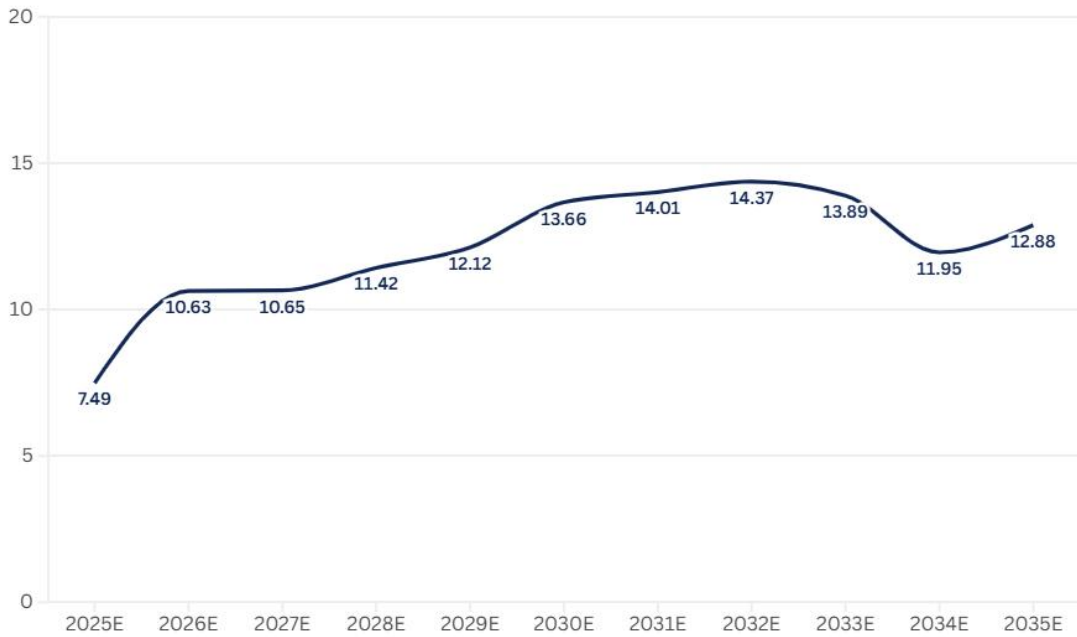
【2025-2035年德国光伏新增装机规模预测】

单位：GW



【2025-2035年德国风电新增装机规模预测】

单位：GW



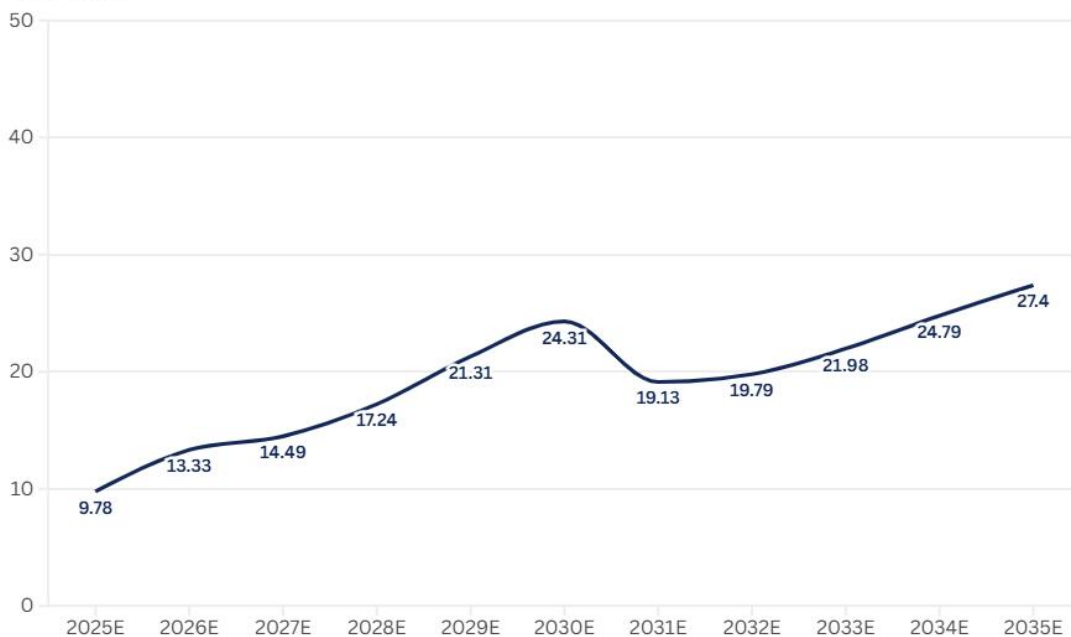
2.2.3. 储能装机预测

【BNEF 预测：《2025 年下半年储能市场展望》】：预计 2026 年-2030 年，随着光伏装机的连年增长，德国储能系统仍然保持一定的增速，2026 年德国储能新增装机容量将达 13GWh，2030 年储能新增装机容量将达 24GWh，2035 年新增装机容量将达 27GWh。

【S&P Global，2024 年储能市场报告】，2024 年，工商业储能系统占据了 4% 的市场份额；到 2027 年前，虽然可再生能源比例不断提升，电网调节需求暴增，但是该阶段户用仍然是德国主力，工商业储能份额偏小。2028~2030 年，户用大约会占累计装机容量的 53%，电网侧占 37%，工商业占 9%。

【2025-2035年德国储能新增装机容量预测】

单位：GWh



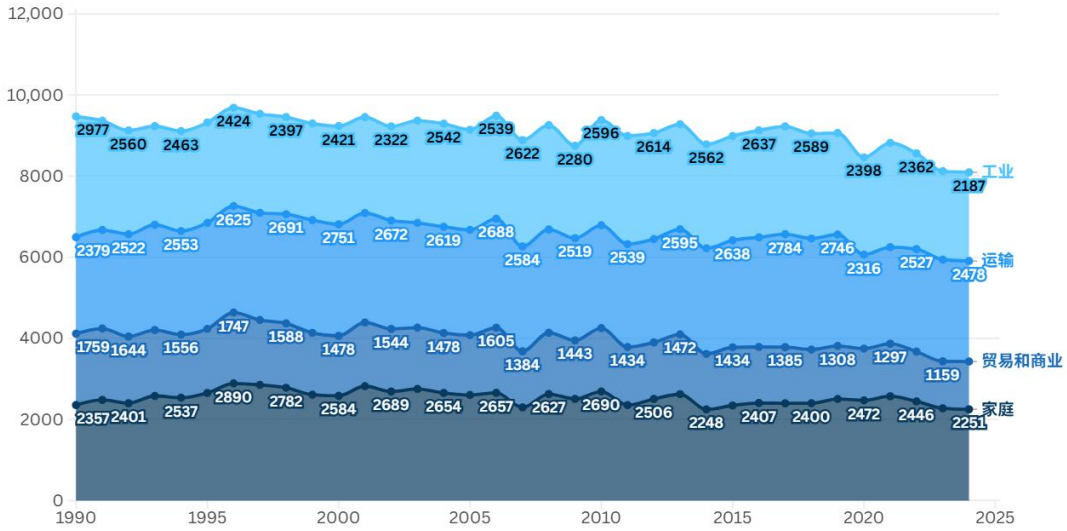
2.3. 用电结构

【德国能源行业统计组织 AGEB】从 1990 - 2024 年电力消费用途数据看，德国用电主要集中在：居民用电、工业、交通运输和商业贸易四个板块，其中工业和居民长期保持较高占比。

随着电动汽车、热泵、电采暖等电气化进程推进，交通和建筑领域的电力需求呈现稳步上升趋势。

[1990-2024年德国全社会用电量]

单位: TWh



用电侧的这一趋势叠加电源侧“风光占比提升”，一方面增加了电网的峰谷差，另一方面也为就地消纳与就地储能创造条件：

- (1) 工业厂区与商业园区可以通过工商业储能系统对冲电价波动和最大需量电费；
- (2) 居民住宅通过户用储能配合屋顶光伏提高自发自用率，减少对高电价时段的依赖。

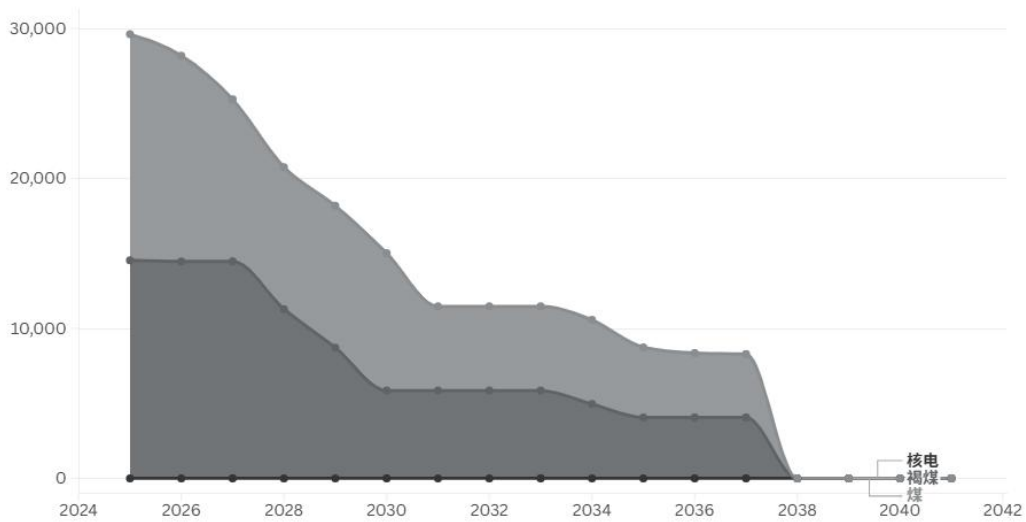
2.4. 退煤退核

【《煤炭退出法》】德国发电市场由私营公司主导，垄断德国发电的四大巨头集团分别是 E.ON、RWE、Vattenfall 和 EnBW。德国的核电已于 2023 年 4 月完全退出，煤炭计划 2038 年前逐步淘汰。德国全国目前有近 600 个发电机组。德国缺乏稳定电源。

德国成为第一个放弃核能发电的主要工业国家。虽然核电已为德国提供了约 60 年的电力。据相关法律以及德国绿党对“废核”的坚决推动，预计核电站、燃煤电厂和褐煤电厂将在 2038 年完全关闭。

随着稳定能源站的关停，电力缺口将由跨国电力贸易以及可再生能源补充，然而，可再生能源进一步推进将会影响到电网的波动，稳定的调节能源（比如储能）必不可少。

[德国核电、褐煤和煤炭产能的演变]



目前，虽然有记录在案的电池储能装置大多属于家用型储能装置。但是因为核电站和燃煤电厂的关闭，我们认为，那些废弃核电站、火电站旧址将为德国大型电池储能设施的建设提供了理想的场地。这些场地也具备所需的电网接入条件。后续可重点关注德国政府以及联邦网络局对旧址的规划和招标情况。

2.5. 跨境电力贸易

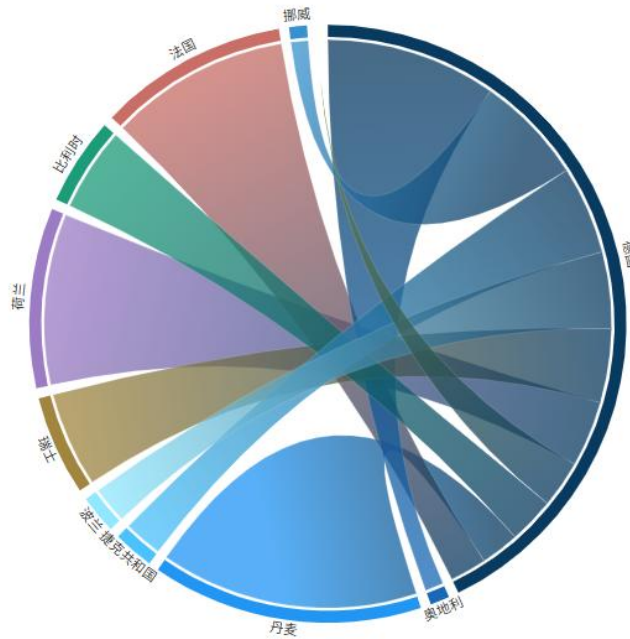
德国通过 220kV - 400kV 输电线路与法国、奥地利、荷兰、捷克等 10 余个国家互联，并通过海底电缆连接瑞典、挪威等国，是欧洲同步电网的核心枢纽。截至 2024 年，跨境联络线总容量约 21GW 左右，约占德国总装机的 8%。

2025 年，德国在跨境电力交易中以进口为主，净进口电量约 19.3TWh——一方面通过从水电丰富国家（如挪威）进口廉价电力平抑电价；另一方面在风光出力高峰时段向周边国家输出富余电力，参与区域市场协同。

下图是 2025 年德国跨境电力交易总量，可以看出，德国为电力进口国家，进口电力主要由丹麦、荷兰、法国供应，电力出口至奥地利地区，未来开发储能项目，也可选择德国进口线路沿线节点。

[2025年德国跨境电力交易总量]

[单位：TWh]



对储能而言，这种“既是出口国又是进口国”的状态说明：

- (1) 时间维度上，风光出力与负荷并不匹配；
- (2) 空间维度上，资源富集区与负荷中心错位；

只要储能能够把富余电力“搬到”电力紧张、价格更高的时段与区域，就具备明确的系统价值和经济价值。

第三章 储能盈利模式

3.1. 德国储能电力市场

3.1.1. 电力市场介绍

德国电力市场包括期货市场、中长期市场、现货市场（由日前市场和日内市场组成）、实时平衡市场的电力市场体系，建立了以平衡单元为主体的平衡结算机制。

3.1.2. 市场特点

3.1.2.1. 储能无法作为独立主体参与交易

德国参与市场的主体叫做平衡结算单元，德国电力市场并不单独为储能、虚拟电厂、微电网等各类主体设置特殊交易账户和机制，各参与主体（涵盖发电企业、售电公司、大用户以及负荷聚合商）均通过管理或加入一个或多个平衡结算单元的方式，参与

- (1) 容量市场（类似于中国的容量补偿）
- (2) 能量市场（中长期+现货）
- (3) 平衡市场（提供有功功率备用辅助服务产品）
- (4) 再调度（TSO 对部分发电厂进行干预来消除区域阻塞，类似于 AGC 响应）。

平衡结算单元是参与主体与 TSO 之间的沟通单元。对内，其依据各参与主体发用电预测制定总体发用电计划，完成“自调度”；对外，平衡结算单元之间开展交易，保证发用电量与交易电量实现“自平衡”。

3.1.2.2. 负电价出现次数频繁

可再生能源和燃气轮机的大份额组合为 BESS 创造了有吸引力的能源套利机会。这些机会在夏季尤为普遍，此时由于太阳能发电过剩，白天价格通常大幅下降甚至转为负值。为电池储能系统（BESS）创造了“低储高放”的能源套利窗口——夏季午间低价（或负价）储电、晚间用电高峰高价放电，价差收益成为 BESS 核心盈利来源之一。2024 年全年负电价时长累计 457 小时，较 2023 年的 301 小时同比增长 51.8%。

3.1.2.3. 价差较邻国较大

自 2024 年初以来，德国的日前价差通常比英国、法国和西班牙等国的价格价差高出约一倍。随着太阳能和风能容量的进一步增加，以及燃气电厂作为可调度发电机组（dispatchable generation units）的使用，我们预计这些套利机会将持续存在。

3.1.2.4. 日内市场活跃

德国电力批发市场的一个独特卖点（USP）是其深度和波动的日内市场。15%至 20%的电力在日内市场交易——显著高于法国（约 5%）等国家。日内市场提供了比日前市场更具吸引力的能源套利机会。日内市场更接近于电力实际交割点，随着电价预测技术的提升，更多短线套利交易将在日内市场成交。

3.1.2.5. 平衡市场可以跨境交易

德国电力市场隶属欧洲统一电力市场，欧洲跨境电力市场平台为储能创造了全新的价值实现渠道，使储能资产能够在最具有价值的市场提供服务，优化资源配置。

平台	特点	德国是否参与	储能参与价值
MARI	要求激活时间 2.5 分钟	是	适合中时储能（1-2 小时），价格中等，竞争较激烈
PICASSO	要求激活时间 5 分钟	是	适合电池储能，价值较高，响应性要求严格
FCR	用于频率控制储备，每日招标	是	适合电池储能，价值最高，储能主要收入来源

平衡市场涉及平衡容量的需求判定与采购以及平衡能量的激活，参与投标方为平衡服务提供商（BSP），由德国 4 个 TSO 共同运作。欧洲将平衡容量按照响应时间为 3 种：

- (1) 频率抑制备用（FCR，响应时间 30s）
- (2) 自动频率恢复备用（aFRR，响应时间 5min）
- (3) 手动频率恢复备用（mFRR，响应时间 12.5min）

在日前市场中，德国的 4 个 TSO 通过统一平台对平衡容量进行招标，投标方为国内 BSP。FCR 只需提供单一报价，但必须同时满足上调与下调要求，与欧洲多国耦合出清。aFRR 与 mFRR 需分别为上调与下调报价，国内出清，部分容量也可通过跨国协作平台 PICASSO 与 MARI 获取。（FCR 属于一次调频，aFRR 属于二次调频，mFRR 属于三次调频。aFRR 隶属于 PICASSO-Project。mFRR 隶属于 MARI-Project）

品种	产品	交易关闭时间
FCR	每日 6 个 4 小时时段：0 - 4、4 - 8、8 - 12、12 - 16、16 - 20、20 - 24；对称产品，必须	D-1 08:00 左右

	同时能提供正/负向 FCR	
aFRR	每日 6 个 4 小时时段，正向/负向容量分开 投标	D-1 09:00 左右
mFRR	每日 6 个 4 小时时段；正/负向容量分开， 通常用于较大幅度、较慢时间尺度的功率校正	D-1 10:00 左右

3.1.2.6. 跨境交易耦合度高

2010 年德国实现日前市场耦合。在日前市场联合出清基础上，欧洲日内市场耦合计划已推动包括德国在内的 22 个国家开展日内连续交易。在机制层面，基于“价格差驱动”的跨境容量分配机制，比如当德国-法国价差超 15 欧元/兆瓦时，便会触发自动流控，这一机制有效引导了电力的跨境流动，使得电力资源能够从电价低的地区流向电价高的地区，**储能**在其中可以享受到两个地区的价差。对于储能而言，如果选址恰好在进出口电力高压线上，在日前交易阶段申报时，不仅要考虑德国境内区域电价，还要综合考虑周边电力进出口国家电价情况。

3.2. 储能参与交易流程

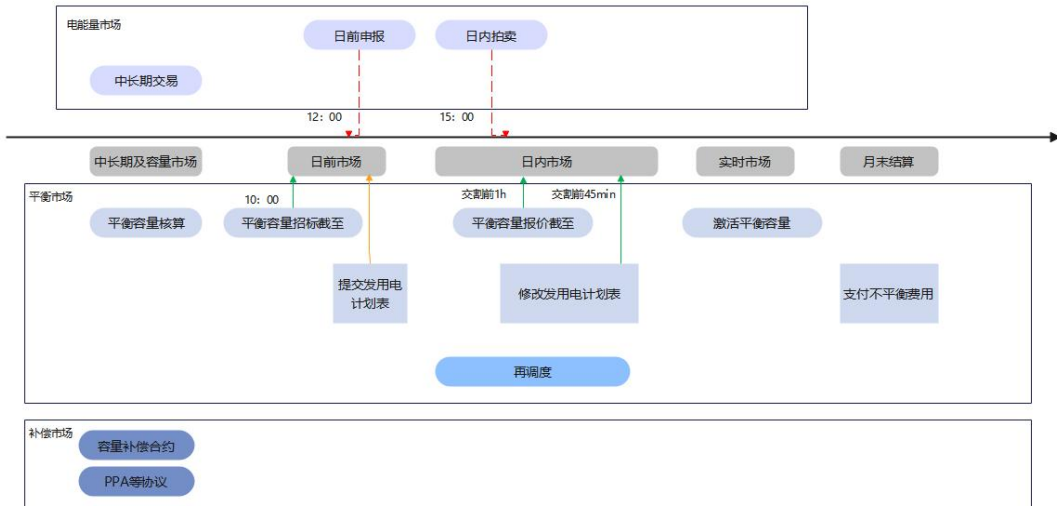
1. 首先储能加入平衡结算单元(该平衡结算单元的法定负责人最好是 EEX/OTC 的会员)该单元在 EEX/OTC 上与其他主体签订中长期合约，把未来的充放电策略“锁价”。交易结果在日前市场临近时共享给平衡结算单元，BGM（平衡责任方）会对单元内部发用电情况进行预测，并继续在日前市场上交易以实现发用电量与交易电量的平衡。储能本身是不直接上交易所的，它只是平衡结算单元资产组合中的一个灵活资源。

2. 日前阶段储能将发用电计划表(类似于国内的日前申报策略)提交给平衡结算单元，再由平衡结算单元在日前提交给 TSO。之后如果储能策略有变化，平衡结算单元通过不断修正发用计划在日内市场对产生的不平衡量进行修正（调仓+提交新的发用计划）。

3. 日前阶段 TSO 会同步组织开展平衡市场竞标，平衡结算单元代表储能参与投标，中标结果由欧洲电力市场耦合出清得到。中标后储能可以获得额外收益。

4. 上述电力市场出清后，因其他系统运行要求出现无法按计划输送电力的情况，会以此对平衡结算单元内部分发电机组进行再调度，平衡结算单元则必须接受调度，储能有可能因为调度获得补偿。

5. 实际交割结束后，平衡结算单元需提交实际的计划表。TSO 将根据其实际计划表与实际发用电情况的偏差结合 reBAP（全国统一不平衡能量价格）计算得到平衡结算单元的不平衡费用，并在每月底进行统一结算。



3.3. 工商业储能商业模式

3.3.1. 工商业用户电价构成

德国电价是由许多因素共同构成的。除了实际的采购成本之外，还有一系列税费、附加费以及电网使用费，而这些费用在近年来大幅上涨。电费中所占成本的一半以上用于获取电力本身；约三分之一的费用用于支付网费；税收及其他各类附加费则占到了另外 15%。随着电费中网费所占比例的不断增长，如果储能技术能够帮助降低网费的话，那么它们就会变得越来越具有吸引力。

3.3.2. 收益结构

收益来源	如何获利？	能力要求
需量管理	《电网费条例》规定： 1、利用储能系统降低那些特别高的负荷高峰。	提前预警负荷尖峰

	2、德国电网费按“最大需量”计费，负荷降低 10%，电网费可降 8%-12%	
电费减免	1、《电网费条例》，通过需量管理获取电费减免： 德国对年用电量超 10GWh、年满载运行超 7000 小时的企业减免电网费； (1) ≥7000h: 至少 20% (≈最多减免 80%) (2) ≥7500h: 至少 15% (≈最多减免 85%) (3) ≥8000h: 至少 10% (≈最多减免 90%)	
中长期交易	1、通过 EEX/OTC 签订合约	
现货交易	1、参与日前现货交易 2、参与日内现货交易	1、需要精确的区域电价预测能力，在日前市场 (Day-Ahead) 锁定次日低价时段储电，白天高峰供电，避开电价尖峰 2、技术上具备回送上网技术与计量方案
辅助服务	1、规模不大，所以可以选择加入虚拟电厂在 regelleistung.net 参与辅助服务	“一次调频”技术要求高

3.4. 独立储能商业模式

3.4.1. 收益结构

收益来源	如何获利?	能力要求
签订补偿合约，拿保底收益	签约长期服务合同或参与长期补贴计划，锁定项目大部分收入 1、容量市场合同 (计划 2028 年开通): 1-17 年不等，保障基础收入； 2、Kapazitätsreserve “备用容量”机制 (公开招标) 允许储能参加； 3、创新招标固定补贴: 通常 15-20 年，价格稳定； 4、电网服务长期协议: 3-5 年，定期更新； 5、企业购电协议 PPA: 储能+可再生能源打包销售。	储能项目需满足补贴标准
参与中长期交易，对冲现货风险	两种方式参与中长期： 1、找同时是 EEX/OTC 会员、BKV 的电力公司或者聚合商，将期货交易打包出去 2、期货交易找 EEX/OTC 会员，物理交割由加入的平衡结算单元负责，储能业主只拿一个综合的“托管收益+远期对冲结构”的结果。	选择优质的代理交易企业，不要自己做中长期

参与现货市场，峰谷套利	1、参与日前交易 2、参与日内交易	需要精确的区域电价预测能力，考虑耦合出清，还需要进出口国家电力交易情况（简单举例：储能在午间以区域低价满充，晚间挪威缺电，储能可以以更高的价差将放电至挪威）
参与平衡市场竞标提供平衡服务	1、在日前市场参与平衡市场容量投标，根据不同辅助服务的要求竞价，中标后 TSO 会统一在跨境平台申报 FCR、aFRR 等服务	储能选在合适的节点位置，比如德国与挪威的特高压专线上可以获得更多辅助服务收益，但是要注意，一旦激活平衡容量，平衡结算单元内部的供需计划与实际有可能偏差，所以要及时修正，不然会产生高额不平衡费用。
接受再调度获取额外收益	1、类似于国内 AGC 调度，TSO 强制对储能设备进行管控	
加入虚拟电厂	1、虚拟电厂加入平衡结算单元或者成为平衡结算单元参与平衡市场、电能量市场以及再调度	

3.4.2. 平衡市场储能策略解析

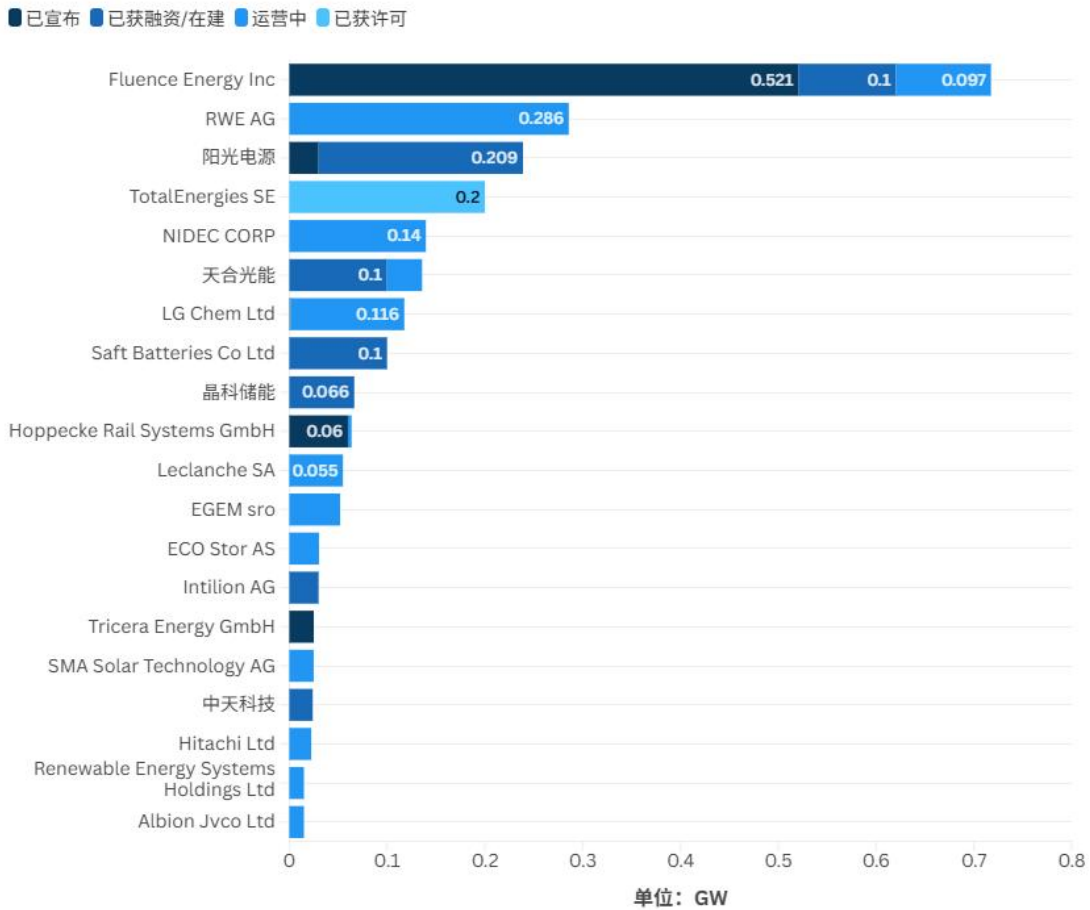
品种	策略	费用明细
FCR	<p>由于是对称产品，电池需在中标 4 小时段内保持中间 SOC 区间，确保随时可充可放。可以选择电价波动不大、而 FCR 容量价格较高的时段参与，比如：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 00 - 04 点挂+100MW 双向 FCR（夜间电价低、SOC 调度空间大） 	<p>1、FCR 中标后仅拿到固定平衡容量费</p>
aFRR	<p>一般分为 Up（上调）/Down（下调）容量，电池可根据自身经济性选择：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 侧重 aFRR Up：适合在电价偏高时放电，被激活=多卖高价电；需要保持偏高 SOC； • 侧重 aFRR Down：适合在电价偏低时充电，被激活=多买低价电；需要保持偏低 SOC 	<p>2、aFRR 及 mFRR 中标后可以拿到固定平衡容量费</p> <p>3、实际激活时可以额外拿到平衡能量费</p>
mFRR	<p>激活由调度员人工触发，响应时间略慢，但单次激活时长可能较长，对电池的能量容量压力更大。一般更适合能量容量相对较大、或有风光等其他灵活资源一起组成 BSP 组合的电池</p>	

第四章 中企在德销售策略

4.1. 市场份额

我们汇总了电池储能系统集成商前 20 个企业在德国市场的市占率，从已运行项目、已获得融资/在建项目、已获许可项目、已宣布项目四个角度获取到以下数据，截至 2025 年 11 月，已有 4 家中国企业（阳光电源、天合光能、晶科储能、中天科技）进入德国电池储能系统集成商市场前列，阳光电源以 239MW 的在运项目容量成为中企领军者。

[电池储能系统集成商在德国市场所占份额]



4.2. 中企在德建设的项目

公司	项目	容量 (MW/MWh)	位置	技术	状态	业主
阳光电源	OY Nofar	104.5/209	萨克森-安哈尔	磷酸铁	融资落实	OY Nofar

	Stendal Energy Storage Project		特州施滕达尔	锂电池	/在建	Energy Ltd
	Smart Power Germany Energy Storage Project II	30/30	/	磷酸铁锂电池	已宣布	Smart Power
天合光能	Obton Tangermunde Energy Storage Project	15.8/35.8	萨克森-安哈尔特州坦格明德	磷酸铁锂电池	融资落实 /在建	Obton A/S
	Aquila Struebbel Energy Storage Project	50/100	石勒苏益格-荷尔斯泰因州斯特鲁贝尔	磷酸铁锂电池	融资已落实 / 正在建设中	Aquila Clean Energy GmbH
晶科能源	AIS Augustusburg Energy Storage Project	10.66/40.12	萨克森州奥古斯图斯堡	磷酸铁锂电池	融资已落实 / 正在建设中	AIS GmbH
	AIS Marbach Energy Storage Project	2.88/13.79	德国萨克森州莱布斯多夫	磷酸铁锂电池	融资已落实 / 正在建设中	AIS GmbH
	AIS Grunhainichen Energy Storage Project	3.78/12.54	德国萨克森州格伦海尼兴	磷酸铁锂电池	融资已落实 / 正在建设中	AIS GmbH

4.3. 阳光电源

4.3.1. 在德销售的主要产品

根据网上收集到的信息，目前阳光电源储能系统在欧洲区域的价格大致在 1.2-1.8 元/wh 左右。

产品	应用场景
POWERSTACK 200CS (分销产品)	工商业 2 小时储能系统，容量 229kWh
PowerStack ST455kWh-110kW-4h	工商业 4 小时储能系统，容量 445kWh
PowerTitan1.0	大储（电网级/电站级），2023 年产品
PowerTitan2.0	大储（电网级/电站级），在德国萨克森-安哈尔特州 Stendal 的 116.5MW/230MWh 储能项目中被选用，这是德国首个采用 PowerTitan2.0 的项目
PowerTitan 3.0	大储，2025 年发布的最新一代，面向全球公用事业级储能

4.3.2. 销售模式

采用“直销+分销”双轨制，直销团队对接德国大型电力开发商与公用事业公司，拿下电网侧储能项目；通过与 E3/DC 等本地头部经销商合作，覆盖数千家安装商，快速渗透户用与工商业市场。

4.3.3. 合作渠道商

公司	联系方式	网址
SUNO TEC	+4930585845333	https://sunotec-group.com/
Krannich solar GmbH&Co. KG	+4970333042-222	http://de.krannich-solar.com
IBC SOLARAG	+49957392240	https://www.ibt-solar.com/
MEMODO GmbH	+4989904101500	https://www.memodo.de/en/
EnpalB. V.	01573/5985604	https://enpal.pro/
Elektro-Großhandels unionRhein-Ruhr GmbH&Co. KG	0231/22909-0	https://e-g-u.de/
Redpoint new energy	+495951-8949100	https://www.gautzsch-gruppe.de/
H. Gautzsch Zentrale Dienste GmbH	+490251687-0	https://www.gautzsch-gruppe.de/
FEGA&Schmitt Elektrogroßhandel GmbH	+499818903-0	https://www.fega-schmitt.de/
Elektro-GroßhandelsunionNeuss	02131/9446-0	https://www.egu-neuss.de/

4.4. 天合光能

4.4.1. 在德销售的主要产品

产品	应用场景
Elementa 2 Pro Utility-scale BESS	大储（电网侧/电站级储能），已在德国北部 Strübbel 50MW/100MWh 项目落地，并为 Aquila 在德国的多个项目提供 BESS 系统。

4.4.2. 合作渠道商

公司	联系方式	网址
----	------	----

4Blue GmbH	+49 211 81 973 111	http://www.4blue.de/
SOLARCRAFT GmbH	+49 721 9099 9099	https://solarcraft.eu/
Green Monkeys Energy GmbH	+49 6401 409 28 53	https://greenmonkeysenergy.de/
Natec Sunergy GmbH	+31 73 2202 937	https://natec.com/nl/
Tepto GmbH	+49 2264 40412-0	https://www.tepto.de/
Varus Energy GmbH	+49 (0)2801 7710 410	http://www.varusenergy.com
BayWa r.e. renewable energy GmbH	+49 203 298776 0	http://solarenergysystems.baywa-re.com/

4.5. 晶科能源

4.5.1. 在德销售的主要产品

产品	应用场景
SUNGIGA JKE-344K-2H-LAA	工商业 2 小时储能系统，容量 344kWh
SUNGIGA JKS-215KLAA-100PLAA	工商业储能系统，容量 215kWh
SunTera JKE-5015K-2H-LAA	2h 大储系统，采用 315Ah 容量的 LFP 电池
SunTera JKE-3760K-2H-LAA	2h 公共事业级储能系统，采用 280Ah 容量的 LFP 电池
SunTera JKE-3440K-2H-LAA	源网侧 2h 储能，采用 280Ah 容量的 LFP 电池

4.5.2. 合作渠道商

公司	联系方式	网址
Menlo Electric GmbH (已破产)	+48 800 003 010	https://www.menloelectric.com/

第五章 发展趋势和机会点

5.1. 在德活跃的储能系统开发商

【S&P Global，2025 年德国洞察报告】截止 2025 年 8 月，以下开发商在德国计划实施的储能项目（单位：兆瓦）

开发商	储能项目规模占比 (%)	联系方式
Preussen Elektra	31%	+49 511 439 03
Elements Green	16%	+49 (0) 157 313 299 95
Corre Energy, LitchBlick	12%	+31 50 799 5060
Kyon Energy	9%	+49 89 413261042
RWE AG	9%	+49 (0) 201-5179-0
Westialen Weser	5%	+49 5251 202 0303
Nofar Energy Ltd	5%	+972-9-3750003
GLOBAL SOLAR BULGARIA	/	+359 88 4247030
ABO ENERGY	/	+49 611 267 65-599

5.2. 在德活跃的储能系统经销商

公司名称	公司介绍	联系方式
IBC SOLARAG	德国本土老牌光伏与储能公司，既做项目开发，也通过专业合作伙伴分销从组件到整套 PV+储能系统，是阳光电源在德国的官方授权分销商，同时也代理晶科、华为的产品	德国官网： https://www.abc-solar.de/
A-E-S Solar	代理销售阳光电源，比亚迪，华为，派能的储能系统产品	https://www.aessolar.co.uk/
Memodo GmbH	德国光伏与储能系统专业批发商，有售卖固德威、比亚迪等产品	联系页： https://www.memodo.de/kontakt/
BayWa r.e. Solar Trade (BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH)	欧洲光储能一站式渠道商	德国联系页： https://www.baywa-re.de/de/kontakt
EWS GmbH & Co. KG (pv.de)	产品组合中含比亚迪、华为、天合的储能系统	官网： https://pv.de/en/
Energynat Deutschland GmbH	德国光伏和储能系统直接进口商和授权分销商，是晶科能源在欧洲的领先进口商之一，同时代理阳光电源	https://energynat.trade/de/ueber-uns/#unsere-marken
Sunlight Solution MA GmbH	晶科能源、阳光、比亚迪、首航等品牌的授权分销商	https://sunlight-solution.de
SegenSolar GmbH	英国最大光伏批发商 SegenLtd 的德国子公司，在德国销售光储	联系页： https://segensolar.de/kontakt/
Sollis Solargroßhandel GmbH	最初是一家专注于储能系统的批发商，发展迅速，如今已提供光伏和储能领域的全系列产品，销售华为、比亚迪的产品	联系页： https://sollis.de/kontakt/
AKKU SYS GmbH	储能系统增值分销商，代理华为、阳光、比亚迪产品，多为户储	官网： https://akkusys.de/
BayWa r.e. Solar Trade (BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH)	我国供应商（部分）：晶澳太阳能、天合光能、正泰新能、隆基绿能、比亚迪、恩昊能源。	+4970717540-0
GLOBAL SOLAR BULGARIA	储能系统大型开发商	+359 88 4247030
ABO ENERGY	项目开发商，业务聚焦项目选址、环评、开发、融资和运营	+49 611 267 65-599

5.3. 在德资方

资方	主要合作单位	资方联系方式
Electric Land	BWESS	+49 178 4778028
Nature Infrastructure Capital	EcoStor	info@nicapital.com
MW Storage	Fluence	+41 41 508 11 52
Infra Via Capital Partners	GIGASStorage	+33 (0)1 85 73 69 65

5.4. 未来发展趋势

5.4.1. 长时储能规模化提速

长时储能已成为德国破解可再生能源消纳瓶颈的核心抓手，部署呈现鲜明区域化特征，北部风电富集区侧重通过长时储能平滑出力波动，南部工业负荷中心则聚焦太阳能配套储能，废弃核电站、火电站旧址因具备现成电网接入条件，成为大型长时储能项目的优选选址，后续需重点关注相关旧址的规划与招标动态。

5.4.2. 构网型技术成硬性要求

欧洲输电系统运营商网络组织已发布《并网能力要求》第二阶段技术报告。根据规划，NCRfG2.0 规则将于 2026 年最终敲定，成员国设置约三年过渡期后，2028-2029 年将全面执行构网能力要求，当前已成为储能项目开发商优化控制系统、升级构网型 PCS 的关键窗口期。

未来 5 年，全球构网型储能渗透率有望达 20%，而德国作为欧洲能源转型核心，渗透率或将高于全球平均水平，为具备构网技术储备的企业开辟增量市场。

5.4.3. 未来大型储能主导增量，新兴场景开辟新赛道

德国储能市场结构正经历深刻变革，从“户储独大”转向“大型储能主导增量、户储稳固基盘、工商储快速增长、新兴场景补充”的多元格局。根据规划，到 2028 年，大型储能系统将成为市场主导力量，累计占比超 60%，主要服务于电网调频、可再生能源基地配套等核心场景。

“阳台光伏+微储”组合快速兴起，成为分布式能源的重要补充，对租房群体友好，为储能市场开辟轻量化应用新赛道。

5.5. 战略建议

区域布局上，需聚焦政策支持密集区域，工商业储能优先考虑巴登-符腾堡州、萨克森-安哈特州、莱茵兰-普法尔茨州及黑森州；光储融合产品重点攻坚巴伐利亚州、萨克森州、下萨克森州及勃兰登堡州。机会最大、最容易落地的模式：

- (1) 关注本地 EPC、渠道方在退煤退核遗址上的**新能源项目共址**立项动向；
- (2) 参与光储一体化、风储一体化项目（创新招标更容易中标）。
- (3) 德国工商业企业安装光伏等发电装置（容量 ≤ 2 兆瓦），所有电力自消纳将豁免缴纳电费、附加费或电网使用费。因此，工商业领域有限选择该类企业配备储能设备，可以更好地利用自己生产的电力。

另外，从 S&P Global 数据来看，未来更多是关注电网侧项目，合规、并网测试将是难点，德国人更认本地化服务和长期可靠性，因此需要配备：

- (1) 德国母语服务团队；
- (2) 德语视频说明书；
- (3) 保证“2年+”质保期。

数据引用：

- [1] 《关于修改能源经济法以避免临时发电过剩的法案草案》
- [2] <https://www.baringa.com/en/insights/decarbonising-complex-industries/navigating-germanys-inertia-market-evolution/>
- [3] <https://www.energy-storage.news/germany-plans-long-duration-energy-storage-auctions-for-2025-and-2026/>
- [4] <https://www.energy-storage.news/it-is-not-technology-agnostic-will-capacity-market-in-germany-help-or-hurt-bess/>

- [5] <https://www.pv-magazine.de/2025/08/25/zur-regelung-des-netzanschlussverfahrens-von-batteriespeichern-sind-anpassungen-durch-den-gesetzgeber-dringend-geboten/>
- [6] <https://www.energy-storage.news/german-high-court-maintains-bkz-construction-fee-for-bess-in-blow-to-market/>
- [7] https://mp.weixin.qq.com/s/6w8ZAKoH9WpX1C_HMH9HiQ