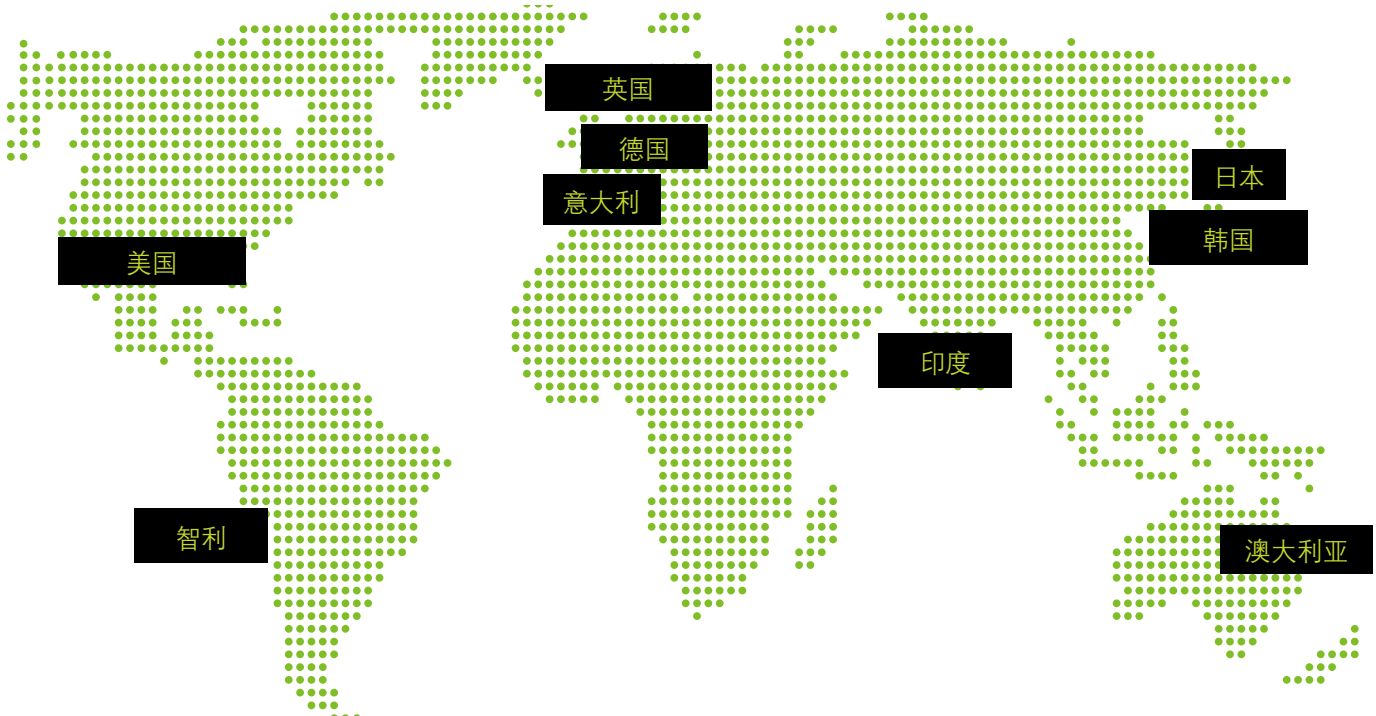


超速发展：
全球电池储能市场面临的挑战与机遇

目录

概要	1
介绍	2
市场驱动因素	3
挑战	9
储能供应商关注的焦点	14
数字技术的进步刺激产生新商业模式	15
总结	18
尾注	19

超速发展：全球电池储能市场面临的挑战与机遇



概要

本报告分析了一些国家追求储能的历程，这些国家正在以更加积极的态势向实现电网现代化进发，同时引入了可再生能源的使用。报告立足于电网中的电池储能方面，试图揭示推动储能向前发展的力量，以及公用事业公司、决策者和其他利益相关方在发展储能市场以及支持持续的部署方面所做的努力。我们的调查结果揭示了广泛的市场驱动因素，虽然仍然存在障碍，但也发现了它们之间的共同信息：产品部署和市场发展的步伐正在加快。

电池储能是非常灵活的，它可以进行快速部署，且具有多种应用。同时它能够产生大量价值流——更不用说电池价格比预期中下降得还要快这一点。然而，该部门的活力并不完全归因于这些因素。

诸如人工智能、区块链和预测分析等相邻数字技术的进步正在促发综合解决方案和创新商业模式，而几年之前，这些方案和模式几乎是不可想象的。世界各地的创业公司正迅速将智能网络“电表后端”电池商业化，以造福于电力用户、公用事业公司以及电网运营商。

我们的分析报告提供了一个全球视野，分析了在集成领域以及其他形式的电池解决方案的开发和部署方面所取得的进展。同时向能源价值链中的公用事业公司、独立发电厂（包括可再生能源公司）以及其他利益相关方提供了洞察全球电池储能趋势的窗口，特别是关注良好的、或不足的一面以及仍然存在的挑战。

介绍

根据人们所读到的分析，虽然可以确定全球储能市场将迅速发展，但很少有人能就其发展程度达成一致。根据一项预测，到2022年，储能市场的年销售量可达到260亿美元以上，年复合增长率 (CAGR) 则达46.5%。¹而另有一项分析则预测其增长可能会更加温和，但仍将保持强劲、稳步的态势，该分析预测到2025年，其年复合增长率将增长至16%，年销售量则将达到70亿美元。²而其他分析则持中间态度，只有少数观点稍稍乐观或者悲观一些。

之所以出现分歧，很大程度上与人们如何定义储能有关。一些分析仅仅将公用事业规模技术“电表前端”计算在内，而另一些分析则还包括了对商业和工业 (C&I) 消费者所使用的“电表后端”解决方案的计算。另一些则包括对电动汽车电池以及住宅消费者所使用的较小规模的电池加太阳能组合的分析，这种组合具有电表后端的应用，而且若由集成者或公共事业公司对其进行控制，则还包括电表前端的使用。一些用于储能的应用使得情况变得更加复杂，这些应用可用于整合可再生能源、支撑智能电网、创建更加动态的电力市场、提供辅助服务、增强系统复原力、支持能量自给自足。

尽管前景很复杂，但许多预测市场增长的分析报告一致认为，储能正在全球范围内得到发展，并可能从根本上改变市场动态。为了了解这些变化的动态，我们仔细观察了总体的增长预测，以此研究一些在可再生能源开发和电网现代化方面更为活跃的国家现在正如何慢慢向储能靠近。

这些国家包括澳大利亚、智利、德国、日本、印度、意大利、韩国、英国以及美国。我们特别关注了目前较为领先的电池储能技术，我们的研究试图揭示推动这些国家储能发展的力量以及公用事业公司和决策者在定义电池储能、发展储能市场和支持持续部署方面所做的工作。

在正式介绍调研结果之前，我们首先来探讨推动电池储能发展的主要市场驱动因素。



图片特斯拉公司

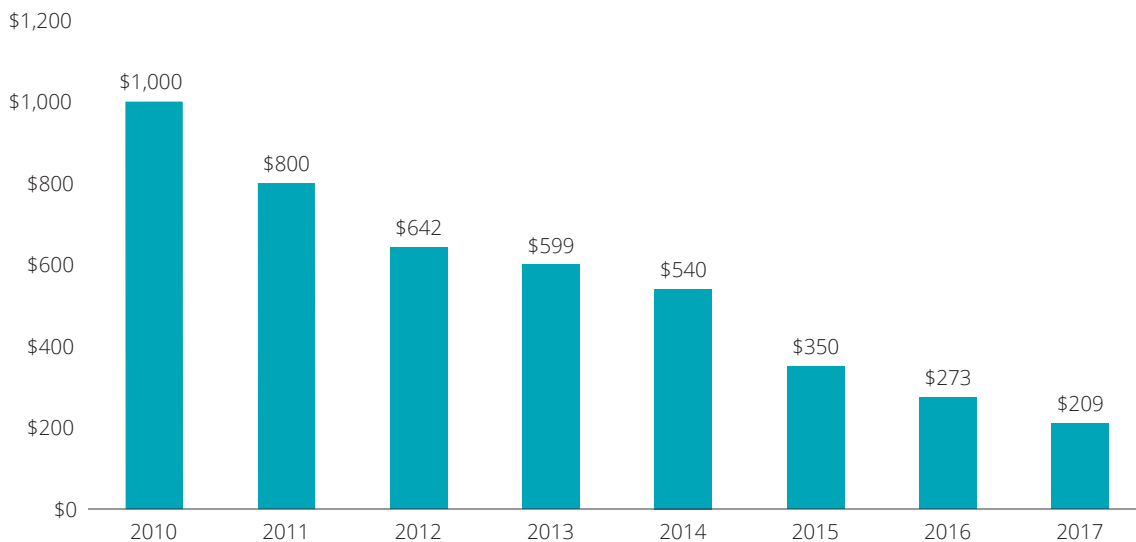
市场驱动因素

驱动因素1: 成本和性能改进

各种储能形式已存在有数十年。所以这让人不禁发问：为何偏偏电池储能独占鳌头？又为何非现在不可？也许最显而易见的答案是其成本的下降以及性能的改善，尤其是在锂离子电池方面。同时也正是由于不断扩大的电动汽车市场，制造业的经济规模得以促

进。如图1所示，锂离子电池的成本正在急剧下降。然而，根据我们所分析的九个国家的情况，可以明确的一点是：成本下降仅仅是一部分原因。

图1. 2010年至2017年锂离子电池价格下降80%（美元/kWh）



来源：彭博社新能源财经，锂离子电池价格调查

注：该调查报告展示了电动汽车和固定储能方面的年度工业平均电池（电池加包装）价格。2017年，固定储能开发商在电池包装上的花费约为300美元/kWh—比汽车制造商所花费的平均199美元的价格高出51%。而这通常是由于订单量过小造成的。

驱动因素2：电网现代化

许多国家正在实施电网现代化计划，以提高应对恶劣天气事件的复原能力，减少与老化基础设施相关的系统中断，并提高系统的整体效率。这些计划通常涉及在已建立的电网内部署智能技术，以实现双向通信和先进的数字控制系统，以及整合分布式能源（即可再生能源、燃料电池、柴油或天然气发电厂、储能资产和微电网）。

总之，我们发现电池储能的发展与为实现电网现代化（包括向智能电网的过渡）所做出的努力密不可分。数字化电网支持生产消费者参与³智能系统配置、预测性维护和自我修复，这为实施阶梯式费率结构铺平了道路——这一切为电池储能开辟了空间，促使其通过增加容量、调峰运行和/或改善电能质量创造价值。虽然智能技术已存在了一段时间，但电池储能的出现有助于挖掘它的全部潜能，反之亦然。

最近，特斯拉公司与Neoen合作，于南澳大利亚完成了世界上最大的锂离子电池安装工程（100MW）。⁴自从2016年的一次停电致使170万居民无电可用之后，南澳大利亚州随即将该电池纳入了电网，以完善电网现代化，此番工作能够帮助解决供应短缺、价格飞涨，并消除了对系统可靠性和恢复力的担忧。⁵该巨型电池能够在非高峰时段储存来自附近Hornsedale风力发电场所产生的多余能量，并将其排放回电网以矫正供需失衡，并在电力中断时快速提供应急电源。⁶

驱动因素3：全球可再生能源运动

广泛的可再生能源和减排扶持政策也在推动全球使用电池储能解决方案。电池在抵消可再生能源间歇性和减少削减方面所发挥的关键作用是有目共睹的，但各类电力用户依然追逐清洁能源，其程度和普遍度仍在增长。这种情况在企业 and 公共部门中尤为明显。正如德勤最近的一份报告真正的生意：[企业采购竞争对手推动可再生能源增长的政策](#)中所指出的那样，大型跨国公司在采购全球可再生能源方面发挥了领导作用。事实上，许多人公开承诺在未来二十年或更早即可通过RE100和可再生能源买家联盟等计划达成100%使用可再生能源的目标。⁷这预示着可再生能源能够持续发展，并可能会继续就电池储能作出部署，以协助整合更多的分布式能源。

一项将电池系统集成到太阳能发电厂的新技术具有提高其能量输出的潜力。佛罗里达电力和照明公司正在其Citrus太阳能中心试行创新的直流耦合电池系统。⁸当太阳光线最强时，该电池系统能够捕获超过逆变器容量的能量，电池系统的存在，可能使得每年数百万千瓦时的过剩太阳能（通常会丢失）得以利用，同时提高工厂产量和可预见性。⁹反过来，可预见性的提高使得公共事业公司能够更有效地调度其他发电厂，帮助用户节省能源成本。¹⁰

驱动因素4：参与电力批发市场

虽然经常在一句话中同时提到可再生能源和电池储能，但电池储能却能够帮助平衡任何发电源的电网，并提高电能质量。这表明电池储能在全球范围内参与电力批发市场的机会越来越大。几乎我们所分析的所有国家都正在改造其批发市场结构，争取为电池储能开辟一席之地供其提供容量以及诸如频率调节和电压控制等辅助服务。虽然这些应用程序仍处于初级阶段，但是随着决策者努力地消除阻碍储能参与和调整市场的障碍时，这些应用程序也还是取得了不同程度的成功。

以德国的主要控制储备（PCR）市场为例。这一市场的参与者通过赢得每周一次的竞价创造收入，并通过提供平衡电网所需的接纳能力来获取报酬。¹¹ 尽管PCR市场在过去几年里一直向储能供应商开放，但是对于电池储能的部署却直到2016年才变得重要起来，因为那时起，系统成本不断下降，所以可以获得可行的投资回报。¹² 与传统发电厂不同的是，电池储能几乎可以在瞬间对系统失衡做出反应，并在不到30秒的时间内完全启动。¹³ 然而，与美国不同，德国针对这种快速响应并不提供报酬，所以德国的电池供应商直接与现有公司竞争，比如天然气调峰电厂。一方面，这种无差别竞争有效地降低了容量成本，但另一方面，它也导致市场迅速饱和，利润微薄，电池储能供应商经济状况不稳定。由于在PCR市场未能有足够的增长空间，德国的电池储能解决方案提供商越来越多地将目光放在二级储备市场以及配电递延上，作为其潜在的新价值流。¹⁴

与德国一样，美国的一些电网运营商也将电池储能引入其系统竞争。¹⁵ 美国电力批发市场对电池等快速反应资源供应商的开放，很大程度上要归功于分

别于2011年和2013年发布的第755和第784号联邦能源管理委员会（FERC）命令。¹⁶ 命令规定，对于辅助服务市场上的响应速度以及响应准确性进行奖励。¹⁷ 由于电池供应商受邀参与频率调节市场，电网运营商已经开始遭遇一些前所未有的挑战，这些挑战来自于储能快速爬坡和较慢爬坡资源的混合、调度参数和信号相关事项、其他技术要求三者之间的失衡。然而，展望未来，我们的研究发现表明，将电池整合到电力批发市场的好处将超过这些日益增长痛苦，这是因为世界各地的决策者正在越来越多地采取行动来奖励速效电池储能在平衡电网运营方面所做出的贡献。例如，智利国家能源委员会起草了一个新的辅助服务监管框架，认同了电池储能系统能够做出的贡献。¹⁸ 同样的，意大利也开放了其辅助服务市场，作为可再生能源和储能项目试点，将其引入为全面监管改革所做工作的一部分。¹⁹ 同时，2018年2月15日，FERC发布了最终规则，采取进一步措施消除其管辖范围内阻碍电力储存资源参与容量、能源和辅助服务市场的障碍。²⁰

智利总统米歇尔·巴切莱特介绍了一项新的长期国家能源战略，该战略的目标是：到2050年，全国至少70%的电力来自可再生能源。²¹ 为了鼓励将更多的可再生能源纳入国家电网，智利国家能源委员会起草了新的辅助服务条例，将储能作为其监管系统的一部分，并为电池储能技术提供快频响应服务铺平道路。²² 监管系统的更新引起了电池制造商的注意，其中一些制造商的关注点不仅仅是把握此次辅助服务的机会，除此之外，还提供基础设施以缓解输电瓶颈，并储存该国丰富的太阳能以及风力发电厂的产能。例如，NEC已在智利部署了几个项目，而西门子则打算通过糅合了天然气和锂离子电池解决方案的创新方式打入市场，该解决方案由AES的合资企业Fluence开发。²³



照片来自圣亚哥天然气和电力公司

驱动因素5：财政激励

在我们所研究的国家，由政府出资进行财政激励，该措施进一步反映出政策制定者越来越意识到电池储能解决方案为整个电力价值链带来的各种益处。在我们的研究中，这些激励措施不仅包括通过退税偿还或直接偿还电池系统成本所占百分比，还包括通过赠款或者补贴融资来提供资金支持。这些激励措施在能源安全问题上显得尤为慷慨，比如2017年，意大利为住宅储存装置提供了50%的税收减免。²⁴或者针对那些在电池制造中享有经济利益的国家，比如韩国，2017年上半年，得到韩国政府支持而投资的储能系统增长了89兆瓦时（MWh）的产能，比上一年同期增长了61.8%。²⁵

随着整合更多可再生能源和提高电网可靠性这一既定目标，韩国贸易、工业和能源部预计将在2017年至2020年期间为新的储能系统投资3.916亿美元。²⁶这项投资将通过激励措施实施，如果说运营商沿着其大型电站太阳能发电厂安装了能源存储系统，那么在日后对其可再生能源证书进行评估时会得到额外加分。²⁷值得注意的是，韩国有好几家国内电池生产商，包括三星SDI、LG化学和Kokam。²⁸韩国政府计划从2017年至2022年间向可再生能源投入270亿美元，这一激励措施是韩国政府更为广泛的计划的一部分。²⁹

驱动因素6：FIT或净电量结算政策的淘汰

由于消费者和企业试图从其太阳能光伏（PV）投资中寻求可以获取更高回报的方式，太阳能发电上网电价补贴政策（FIT）或净电量结算政策的低价或热度消退成为进一步配置电表后端系统的驱动因素。这种情况发生在澳大利亚、³⁰德国、³¹英国³²以及美国夏威夷³³。这些地区拥有最成熟的太阳能市场，部分原因是电力价格高到足以使太阳能在经济上可行。尽管这还不是一种全球性的趋势，但我们有理由认为，随着FIT的淘汰、太阳能PV设备的所有者会将电池作为一种自行消耗更多电力的手段，转移负荷以避免峰值电荷、和/或在需要时为公共事业公司或聚合商的电池充电或放电来提供电网稳定服务。例如，2017年，夏威夷檀香山的住宅储能证增长了1700%，即18倍。出现这一激增的部分原因是，国家在2015年取消了净电量结算政策，并限制了参与随后的将电力送回电网的激励计划。³⁴

驱动因素7：自给自足的愿望

上文对几个驱动因素作出了详细的描述，而实际上住宅和C&I消费者对能源自给自足的渴望日益高涨，这成为一股惊人的推动电表后端储能部署的力量。这种愿景在某种程度上助长了我们所考察的几乎所有国家的电表后端市场，这表明购买储能系统的动机并非纯粹只是金融方面。

例如，在德国，生态动机、独立于公用事业公司、复原力和技术好奇心都可能是动机。³⁵同样，在意大利、英国以及澳大利亚，对于自给自足的憧憬也是一个强大的推动力。^{36、37}特别是澳大利亚，由于不断下跌的电池价格、监管改革和自力更生的愿望，它正经历着前所未有的住宅储能热潮。³⁸一些澳大利亚人认为他们的区域电网是不可靠的，他们认为电池加太阳能系统是确保他们具有足够电力供应的一种可靠方式。2016年，澳大利亚家庭安装了7,000台电池，据预计到2017年这一数字将增加四倍以上，安装储能电池的家庭将达到3万多（截至撰写本文时，2017年的最终审核数字尚未公布）。³⁹如前所述，FIT的淘汰可能是某些家庭安装储能电池的契机，这些家庭中有大约一半是对现有太阳能PV装置的改造或作为该装置的附加组件。⁴⁰另外一半则采用全新的太阳能+储能系统，这一部分则可能与淘汰FIT没有太大关联。⁴¹由于大型住宅电池储能系统的售价仍在8,000—10,000澳元（6,300—8,000美元）之间，所以对于这一部分家庭来说，最有可能的动机就是对自给自足的向往以及作为一名早期体验者的自豪感，而非快速回报和投资回报。⁴²尽管电池储能系统必须具有成本竞争力，但根据它们在澳大利亚的受欢迎程度以及我们在别处的研究结果表明，电池储能无需牺牲价格，它不一定非要比从任一电力公司购买的电力和服务便宜得多，才能换取其自身的市场增长。

驱动因素8：国家政策

对于电池储能供应商来说，国家所出台的促进各种战略目标的政策为他们提供了更多机会。许多国家认为，可再生能源加储能是一种全新的方式，可以帮助他们减少对能源进口的依赖、填补其多能源发电的空白、提高其系统的可靠性和复原力、朝着环保目标和去碳化目标迈进。意大利和日本等一些国家正在积极地鼓励能源储能并对其进行补贴，并将此作为大范围改组工作的一部分，旨在确保储能系统的可靠性，并减少其对国际能源公司和外国进口的依赖。

储能的发展也可能受益于与发展中国家城市化和生活质量目标相关的广泛政策授权。例如，印度的智能城市倡议利用竞争挑战模式，以支撑在全国100个城市部署智能技术。⁴³这些部署的目标是确保充足的电力供应、实现环境可持续性、高效移动性和公共交通。⁴⁴电动汽车、可再生能源和电池储能对于实现这些目标来说至关重要—印度政府所发声明可以证明这一点，其计划从2030年开始只销售电动汽车。⁴⁵此外，印度政府的目标是到2022年为止，将太阳能发电能力从2016年的10吉瓦提高到100吉瓦。⁴⁶印度最近推出了首个用于峰值负荷管理的电网规模的电池储能系统，这表明了储能市场的潜在繁荣。而印度所寻求的激进的政策目标，在很大程度上取决于开发一个清洁、可靠的电力系统。⁴⁷

继2011年福岛核电站事故之后，出于安全考虑，日本关闭了自己的核舰队，但此时日本才发现自己高度依赖化石燃料进口。作为对此问题的回应，日本政府随即对其国家能源政策进行了全面改革，强调通过加快可再生能源部署实现区域自给自足，以及通过创新和技术发展振兴和提高经济竞争力实现能源多样化。⁴⁸包括明确的目标，即在2020年之前占领全球电池储能市场的50%，正如2014年战略能源计划和2014年日本振兴战略修订中所概述的那样。⁴⁹

日本致力于保持技术上的领先地位，这是日本积极推进国内部署电池储能的原因之一，尽管日本拥有大量抽水蓄能的能力，而且实际上这一能力在核停运后确实发挥了功效。⁵⁰时至今日，日本已是世界上最大的电池储能测试设施之一；⁵¹其政府对于电网规模的电池部署倾囊补贴；⁵²同时日本还有许多尖端的试点项目，包括最近宣布的与加州储能供应商、Stem公司和Sunverge Energy的合作项目。⁵³Stem公司倡议部署一个“虚拟电厂”，该发电厂由一个集成储能系统组成，向电网提供750千瓦时 (KWh) 的容量。⁵⁴而Sunverge Energy的工作则包括安装几十个储能单元让电网更加的可靠。⁵⁵这两个项目都将与日本国内企业集团三井公司合作进行，它们推动着日本增加其多能源发电中可再生能源的比例。⁵⁶

挑战

尽管市场驱动力正趋同化，并推动储能部署向前发展，但却仍然存在挑战。其中较为突出的障碍可以追溯到电池储能技术的发展速度、其应用的演化历程，以及电池存储的多样性和灵活性。

障碍1: 对高价的想法

与任何技术一样，电池储能并不总是经济的，而且对于特定应用来说，其成本往往过高。但这是意料之中的事。问题就在于，若对于高成本的想法不准确，则可能会在考虑储能解决方案时将电池储能排除在外。成本飞速地下降（见图1），以至于决策者对系统价格的看法可能已经过时，他们会认为电池的成本仍然和几年前，或者甚至六个月前一样。以最近的Xcel Energy招标为例，它戏剧性地说明了电池价格的下降程度及其对整个系统成本所产生的影响，此次招标的最终结果是太阳能—PV加电池的平均价格为36美元/MWh，而风能加电池的平均价格则为21美元/MWh。⁵⁷虽然太阳能+电池价格在美国创下了新的记录，但这种情况可能并不会持续太久。⁵⁸

据预计，无论是电池技术本身的成本，还是平衡系统组件的成本，其价格都将持续下跌。虽然这些基础技术并不像人们关注的技术那样引人注目，但它们却确实与电池本身一样重要，它们可能代表着下一波成本大幅度降低的浪潮。例如，逆变器是储能项目的“大脑”，它们对项目绩效和回报的影响作用是显著的。然而，根据GTM Research的最新报告显示，逆变器市场仍然是“新生的和零散的，同时充满了支持各种应用和功能的新产品”。⁵⁹因此，随着市场不断成熟以及市场前景的巩固，储能逆变器的价格有望在未来几年内下降。



图片来特斯拉公司

障碍2: 缺乏标准化

早期市场的参与者常常不得不应对各种各样的技术要求、经历各种不同的过程、享受各种不同的政策。电池供应商也不例外。这种差距无疑增加了整个价值链的复杂性和成本，使得缺乏标准化成为作出进一步部署的重要障碍。由于存在与电池有关的“电量平衡”问题，所以标准化对于电池储能的扩散来说可能尤为重要。换句话说，电池不能过度泄电，否则会损坏电池本身；网络运营商需要知道电池在给定时间里还剩下多少“电量”；充电/循环时间取决于所使用的电池类型（例如，液态或固态锂离子电池）。

障碍3：过时的监管政策和市场设计

正如可以预见新兴技术的出现一样，同样可以预测到监管政策正在落后于当今存在的储能技术。由爱迪生电气研究所代表美国投资者所拥有的电力公司而发出的声明总结了这种情况：“许多公共政策和法规必须加以更新，以鼓励作出储能部署。现行政策是在开发新的储能形式之前制定的，这些旧政策不承认储能系统的灵活性，也不允许它们之间存在一个公平的竞争环境。”⁶⁰ 对于一个可能需要作出变更的监管结构来说，其需要将储能定义为发电、负荷、输电或配电基础设施，以便优化对于这种“唯一灵活的资源”的使用。⁶¹

对于监管机构和系统运营商来说，滞后政策并不新鲜。如前所述，许多政策都正在更新辅助服务市场规则，以支持储能部署。电池储能系统增强电网灵活性和可靠性的能力得到了充分的证明，这也许就是监管机构倾向于首先关注批发市场的原因。同时需要更新的还有零售规则，并以此引起住宅和C&I消费者对储能系统的兴趣。迄今为止，在这一领域的讨论主要是关于针对智能电表实施的阶梯式或结构化分时费率。不实施阶梯式费率，电池储能就失去了它最吸引人的特性之一：即在价格便宜的时候储存电能来促进利率套利，然后在价格昂贵时售出。虽然分时费率还未成为全球潮流，但随着智能电表在许多国家首推完成，这种情况可能会迅速改



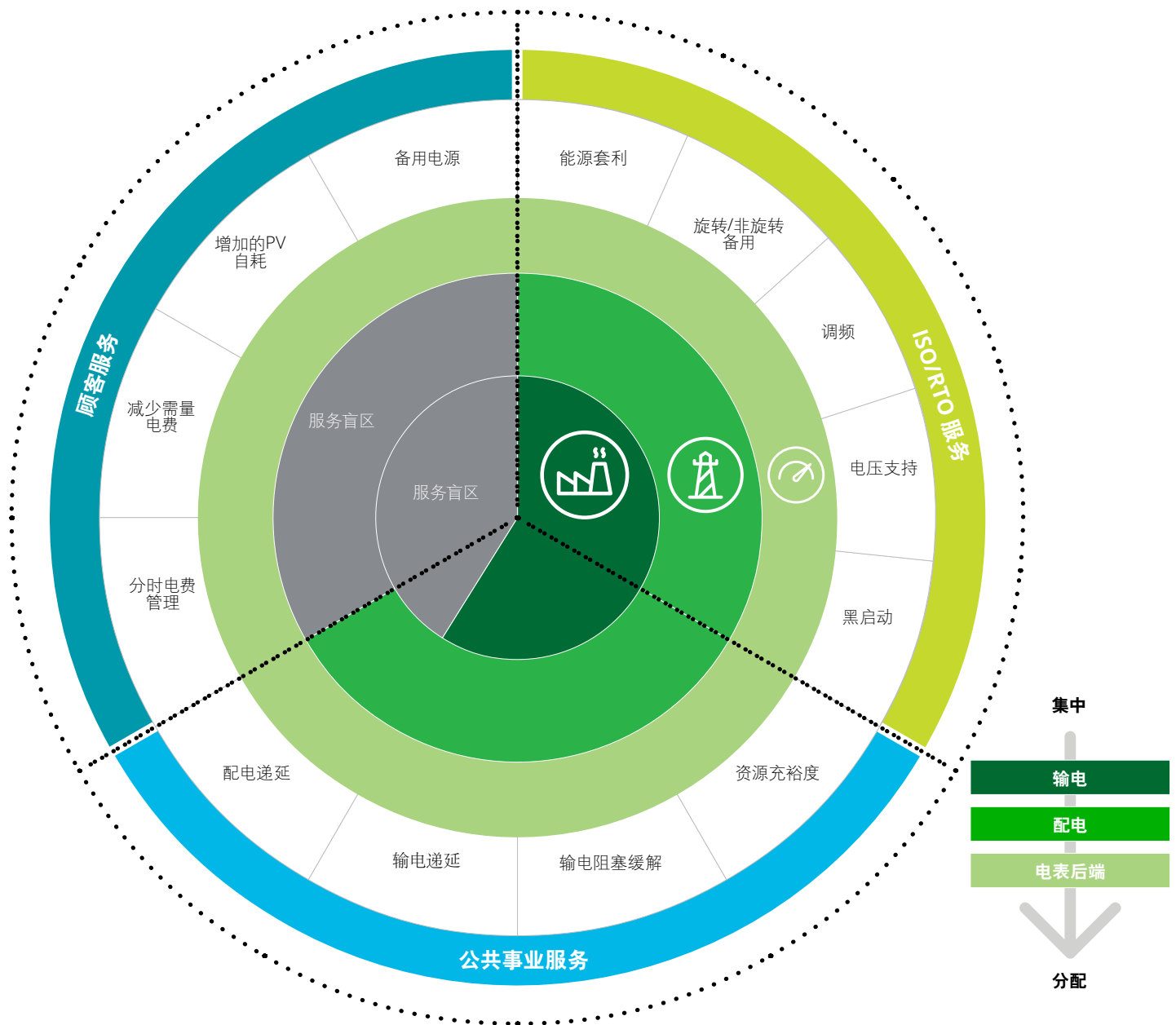
变。例如，英国的政策制定者已经制定了一些基本分时电价，基于七到十个非高峰时间进行设计，且主要是在夜间。⁶² 随着2020年全国范围内智能电表的全面推出，这些电价政策会愈加完善，并在未来得到更广泛的使用。⁶³

障碍4：储能的不完全定义

储能的应用过程中有一个挥之不去的障碍，即对电池储能解决方案的各种应用、如何分配价值、如何补偿供应商并不完全了解。换句话说，储能正面临

身份危机，所以世界各地的利益相关者和政策制定者都在努力研究如何定义速效电池储能。显然，这并不容易。例如，落基山研究所（RMI）仅仅是针对三个客户细分的储能就识别出了13种价值流——而这还只是众多客户细分中的一种（见图2）。

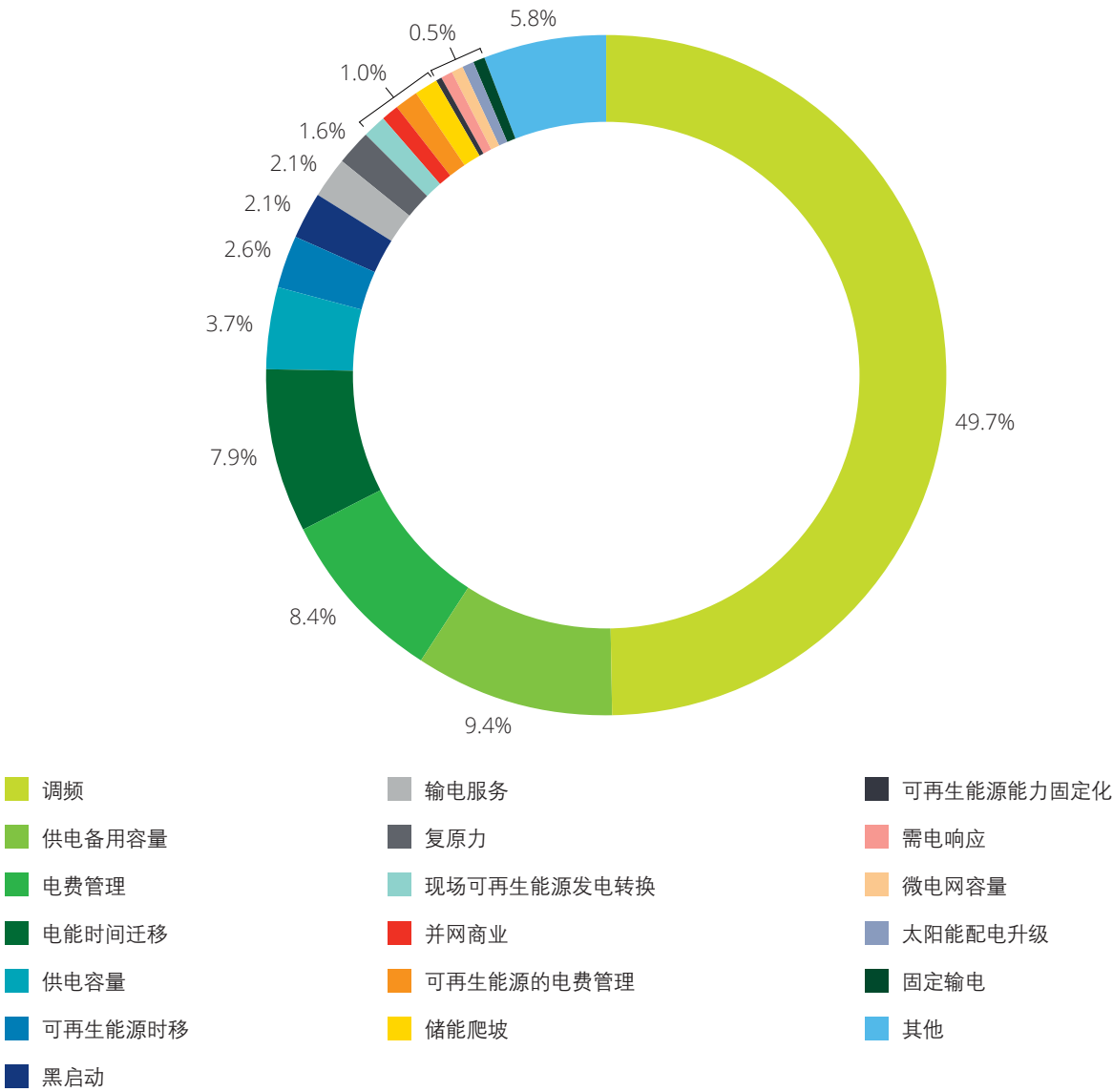
图2. 储能价值流



来源：落基山研究所, Mandel and Morris “电池储能的经济性”

在全球范围内，电池储能最常见的用途是频率调节，其次是备用容量、电费管理和能源时间迁移（见图3）。

图3. 全球电池储能容量主要用途分布



来源：2017年10月，国际可再生能源机构（IRENA）发布，电力源储能和可再生能：截至2030年的成本和市场。第33页，
http://www.climateactionprogramme.org/images/uploads/documents/IRENA_Electricity_Storage_Costs_2017.pdf

虽然利益相关者可能无法在对储能的定义上达成共识，但他们似乎一致同意，储能市场的增长归根结底是为了确保供应商倾力提供的全部服务都能得到补偿，也就是所谓的“价值堆叠”。Brittle集团最近的一份报告引用了有关价值堆叠的几个障碍，它指出供应商或许可以通过同时提供多个服务来得到补偿。⁶⁴尽管报告集中于加利福尼亚市场，但作者断言，这些障碍与美国和全球其他地区广泛相关。⁶⁵这些障碍包括与参与批发市场的汇总需求有关的过时政策、限制面向电网的能源净出口、以及当多方出于不同目的使用同一电池，且需要进行优先调度控制时，需要明确哪个实体具有调度该电池的优先权。⁶⁶同时也是加利福尼亚州首先批准了有关于电池储能系统产生多个收益源、输配电跨越使用和发电的规则。⁶⁷

随着监管当局努力应对电池储能的多样性和灵活性，一些监管机构选择为在其管辖范围内的公共事业公司设定强制性或自愿性储能目标，以购买一定数量的储能设备，以确保电网的可靠性。在美国，加利福尼亚州是首批采用此方法的州之一，2013年，加州强制其州内由三大投资者所有的公共事业公司在2020年前采购1325兆瓦（MW）的储电量。⁶⁸当该公司朝着这一目标前进时，加利福尼亚州却在2016年9月提高了此目标，它指示该公共事业公司另外再采购500MW储电量用于电表后端和/或配电连接。⁶⁹除了加利福尼亚州，马萨诸塞州、俄勒冈州，甚至最近纽约也设立了类似的储能目标。⁷⁰内华达州效仿加州的做法。⁷¹而马里兰州则采取了略微不同的做法，它与2018年2月启动了一项储能税收抵免计划。⁷²许多其他州正在考虑或已经实施了储能激励措施，还有一些州的公用事业委员会要求公共事业公司将储能纳入其资源整合计划中。⁷³

加州在实施储能系统和其他分布式能源方面处于领先地位，2013年，加州通过了美国的首项能源存储指令。⁷⁴加州最著名的早期储能部署之一发生在2015年底，当时阿里索峡谷天然气储气库发生灾难性泄漏，此事危及了南加州关键发电厂的天然气供应。作为对此次泄露事件的回应，加州监管机构对储能进行紧急招标，仅仅六个月内，就共有三个储能提供商提交了共计70MW的电网规模的锂离子电池项目。⁷⁵这一努力有助于监管机构、系统运营商和公共事业公司建立信心，让他们相信电池和储能解决方案供应商能够快速、高效地支撑起电网基础设施。加州系统独立运营商（CAISO）最近提出了一项计划，为“负载转移”提供储能资源，从电网吸收多余的能量，以备不时之需。⁷⁶加州公共事业委员会也在考虑一项由加州一家大型投资者所有的公共事业公司所提出的计划，即以储能取代三座关键的天然气调峰电厂。⁷⁷尽管加州是少数几个储能市场之一，但随着电池储能解决方案供应商凭借越来越多的机会证明电池储能的成本效益、灵活性和响应能力，这种情况也在迅速地改变。事实上，GTM/Wood Mackenzie最近的一项分析表明，就目前储存至2025年的电池储能数量来看，几乎不需要建造天然气调峰电厂。⁷⁸

在没有具体目标或指令的领域中，由于对储能的模糊认知以及不了解如何得到补偿，这就使得公共事业公司在进行储能部署方面仍然停留在“演示”模式。⁷⁹受监管的公用事业公司可能会尝试此解决方案以满足眼下迫切的需求，或者向监管机构表明，他们正在探索电池储能解决方案。但是，如果他们不确定投资回报，或者无法获得公共事业委员会的明确批准以收回投资成本，他们实则并不准备冒此风险在此类大型储能项目上下赌注。尽管所下达的指令富有争议，但还是一些利益相关者认为，此类指令对于开启储能市场来说至关重要，公用事业公司和供应商应借此机会学习经验，而不仅仅是原地等待能源政策进行整体改革，然后错失机遇之窗。

储能供应商关注的焦点

随着赞成收入叠加的呼声越来越大，监管机构一般都倾向于更好地定义储能，向新参与者开放市场，并最终针对多个价值流提供补偿。然而，重新设计零售和电力批发市场可能需要数年时间，这使得储能供应商不得不寻找能在此期间获得增值和发展的方式。

一些储能供应商正在寻找输配电递延的方法，比如亚利桑那州公共服务公司和AES储能公司（现在的Fluence）最近提出的8MWh电池组方案。⁸⁰据预计只需12至15个月进行规划和实施，该系统将部署在凤凰城东北部的一个社区里，作为构建一条长20英里的输电线路的一种快速且经济有效的替代方案。⁸¹其他储能供应商则正专注于诸如数据中心这样的利基、高增长领域，另有一部分供应商则看到



Kenneth Wilsey摄

了将储能作为微电网一部分的可能。气候变化和来自相比较而言更加严重的风暴的影响导致了对后者的紧迫诉求，储能公司在对遭受飓风蹂躏的加勒比岛的电力基础设施进行重建和升级方面发挥了重要的作用，这两个方面都是为了在短期内提供紧急电力，以及从长远来看提供更强大的系统复原力。

Terna是负责管理意大利输电网络的组织之一，它率先意识到了电池储能可以延缓输电升级的潜力。在对传统基础设施投资进行评估后，Terna选择了日本硫电池技术提供商日本碍子的电池储能系统，以缓解意大利国内南北输电线路的拥堵情况，并减少南部风力发电的削减。⁸²该系统于2015年投入运行，每天储存245MWh的可再生能源，并持续储存该能源直至输电容量可用，并将其输送至更北部的城市。⁸³



数字技术的进步刺激产生新商业模式

但是，解决方案提供商之间最引人注目的发展可能是新商业模式的出现，这些新业务模式聚合了用户现场储能，为公用事业公司，电网运营商和电力用户（住宅和/或C&I）提供一系列服务。以人工智能，区块链和预测分析为基础的集合可为公用事业公司和开发商提供更大的灵活性，并为住宅和C&I用户提供更多选择。电池集合体的兴起正在向我们袭来，这种部署和整合电池储能的方法，即便没有广泛地进入能源批发市场，也能够证明其本身是经济可行的，因为通过这种方法，可以直接将服务卖给终端用户或现有的公用事业公司。

总部位于美国的Stem等公司正专注于储能服务，将其作为对电表后端C&I段、公共事业公司以及电网运营商所提供的一种服务。Stem通过一个人工智能平台，在其接到通知后立即调度并重新配置电池网络，以此向其C&I用户提供了便利和灵活的切换方式。如此一来，用户则可以更好地管理他们的能源决策，避免需量电费——而所有这些决策均不存在人工干预，比如关闭暖气、通风、空调系统、灯等操作都是智能的。另一方面，Stem为公用事业公司和电网运营商提供了从系统中吸收或释放能量以平衡电网以及弥补容量不足的能力。



在其他地方，创业公司则正在把重点放在住宅用储能电表后端系统，但这也适用于同一概念：即集成一组电池或太阳能+储能系统，以此向电网提供服务或参与能源交易。欧洲的几个参与者目前正在探索不同类型的集成模式，并可能让住宅储能变得更加可行。在英国，当地的参与者Moixa提出了一个“共享电网”计划，通过资格审查的电池储能客户可以注册并获得现金，据此计划，该公司能够智能地管理他们的电池，以助其平衡电网。正如该公司的网站所解释的那样，共享电网“每一个Moixa电池都内置有智能大脑用以组合每个用户所储存的能源（或备用容量）”。参与者通常通过固定年费或收入总额的一部分获得奖励。”⁸⁴

由于每个电动汽车都包含一个电池，而且都可能会与其他电池集合以提供电网服务，电池集成的潜力与不断扩大的电动汽车市场相互交织，因此其发展潜力巨大。主要服务于德国和荷兰的欧洲输电系统

运营商TenneT正在探索将电动车灵活的容量整合到电网中的方法。在荷兰的一个试点项目中，可再生能源公司Vandebron将与拥有电动汽车的客户合作，通过客户提供的汽车电池容量帮助TenneT平衡电网。⁸⁵这一努力被认为是开创性的，因为它新颖地使用了区块链技术来创建一个具有高度响应能力的、获许可的网络。该区块链通常与直接交易平台相关联，并通常用作虚拟分类账。

夏威夷电力事业公司 (HECO)，与Stem一道，通过对瓦胡岛一座1MW整合虚拟电厂进行试验，在商业和工业太阳能+储能市场取得了进展。⁸⁹该项目为29个商业用户提供智能储能服务，帮助他们降低需电费用，更好地整合及利用现场发电。⁹⁰与此同时，虚拟电厂允许HECO利用收集的电池帮助稳定电网并满足峰值用电需求。⁹¹



它记录了一份不断增加的交易清单，这些交易清单通常会使用加密技术同时进行链接与实施保护。⁸⁶在这种情况下，区块链会跟踪每一辆汽车电池的可用性，并记录其响应电网运营商信号的行为和反应。这使得电池每一次只需要几秒钟的时间，就能在不影响用户为其汽车充电的能力的情况下，对电网的变化作出精确的响应。⁸⁷TenneT同时还与德国住宅用电池储能供应商Sonnen集团合作，对一个类似的住宅用太阳能电池区块链网络进行试验。⁸⁸

数字技术的进步也为电力消费者直接参与能源部门打开了大门。有几家公司正在尝试使用支持区块链对等网络 (P2P) 交易平台，为房主或企业之间直接共享储能和/或自发电力提供了便利。参加纽约、澳大利亚、德国和孟加拉国等地试点项目的家庭现在可以通过区块链平台和微电网管理系统（大多有存储组件）进行少量的绿色电力交易。⁹²这些技术的发展共同指出了能源“云”环境出现的潜在可能，在这种环境中，无需担心有中间商，所有用户可以按需获取共享的能源并进行交易。

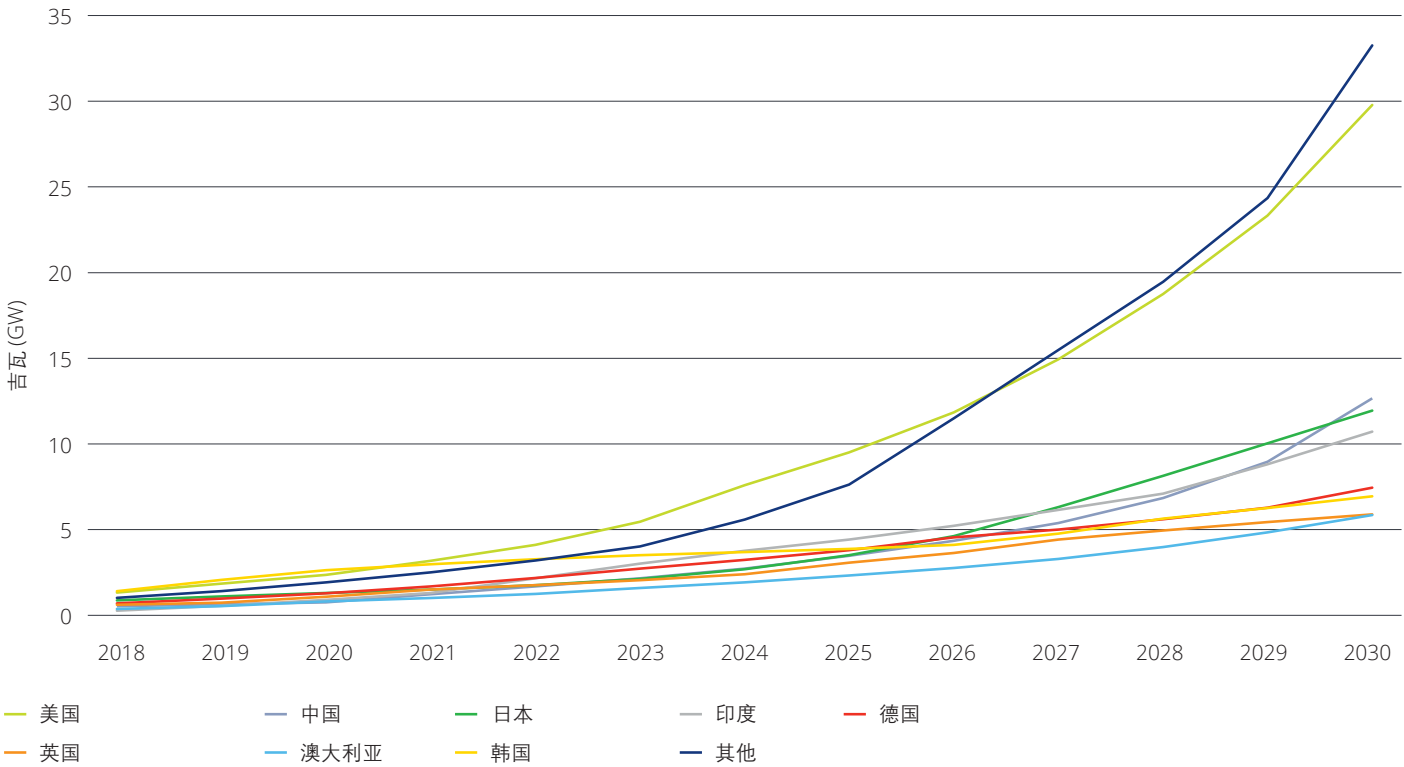
总结

仅仅几年前，以集成电池提供电网服务或促进对等网络电力交易的概念似乎就像是科幻小说一样。人工智能、预测分析和区块链等相邻数字技术的飞跃正在成倍地扩展电池储能部署的用途、增加其效益。这些相辅相成的机制——不仅仅改善了电池性能和成本——也是该部门如此活跃的原因。

此外，虽然“储能”和“可再生能源”经常出现在同一句话中，但储能不仅仅是将间歇性风力和太阳能输出结合起来：电池储能解决方案可以进行快速部署，精确定位，它可以提高整个电网的效率和复原力，而无论发电源是什么。这使得储能这一概念更加引人入胜。

也正是由于这些原因，电池储能才能超速席卷世界各地。此外，不仅电池价格正在下降，储能市场的发展速度也超出了预期（见图4）。对于正在建立其能源系统的国家，储能解决方案已经成为国家能源政策的焦点，而在能源部门较为成熟的国家，在增加电网灵活性和稳定性方面，储能解决方案正在发光发亮。我们诚挚地邀请您探索本文中特定国家的数据和用例，以更多地了解作为全球现象的电池储能的进展和承诺。

图4. 2018-2030年全球各国累计储能部署



来源：彭博社新能源财经

尾注

1 P&S市场研究，“储能市场将于2022年达到261.37亿美元”，新闻稿，2017年7月7日，<https://globenewswire.com/news-release/2017/07/07/1041306/0/en/Energy-Storage-Market-to-Reach-26-137-Million-by-2022-P-S-Market-Research.html>，2017年10月6日获取。

2 Peter Maloney，“IHS Markit表示，全球能源存储市场将于2025年达到8.8GW”，Utility Dive，2017年8月4日，<http://www.utilitydive.com/news/global-energy-storage-market-to-hit-88-gw-by-2025-ih-s-markit-says/448606/>，2017年10月6日获取。

3 “生产消费者”是指生产电力并将其反馈到电网中的消费者。

4 Brian Fung，“Tesla在澳大利亚安装的巨大电池已在投入使用的几周内，在‘创记录的时间’内对电力中断做出了响应”，华盛顿邮报，2017年12月26日，https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2017/12/26/teslas-enormous-battery-in-australia-just-weeks-old-is-already-responding-to-outages-in-record-time/?utm_term=.3cc730fed5da，2018年1月28日获取。

5 同上。

6 同上。

7 Marlene Motyka和Andrew Slaughter，“真正的商业：企业采购竞争对手推动可再生能源增长的政策”，德勤，2017年，<https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/corporate-procurement-driving-renewable-energy-growth.html>。

8 佛罗里达电力和照明公司，“FPL揭示了美国第一个可以增加太阳发电厂输出产量的太阳能+电池储能系统”，美通社，2018年2月9日，<https://www.prnewswire.com/news-releases/fpl-unveils-first-solar-plus-storage-system-in-the-us-that-can-increase-solar-power-plant-output-300596527.html>，2018年2月15日获取。

9 同上。

10 同上。

11 Florian Mayr，“您的欧洲固定储能指南，第1部分：德国”，Apricum集团，2016年11月14日，<https://www.apricum-group.com/guide-stationary-energy-storage-europe-part-1/>，2017年12月13日获取。

12 Mike Munsell，“德国储能市场将于2021年达到10亿美元”，GTM，2016年7月28日，<https://www.greentechmedia.com/articles/read/german-energy-storage-market-to-reach-1b-by-2021#gs.gi4rL1s>，2017年12月13日获取。

13 Mayr，“您的欧洲固定储能指南，第1部分：德国”。

14 Munsell，“德国储能市场将于2021年达到10亿美元”。

15 Jeff St. John，“NYISO的储能路线图：一项符合该州新指令的计划”，GTM Squared，2017年12月8日，<https://www.greentechmedia.com/squared/read/nyiso-energy-storage-roadmap-a-plan-to-match-the-states-new-mandate#gs.ra91ong>，2017年12月13日获取。

16 Eric Wesoff，“FERC储能裁决可能会启动大型电池”，GTM，2013年8月12日，https://www.greentechmedia.com/articles/read/fercs-energy-storage-ruling-could-jump-start-big-batteries#gs.JJ_Knso，2018年1月14日获取。

17 同上。

18 Patrick Nixon，“科技公司着眼于智利的能源储存”，BN美国，2017年8月29日，<https://www.bnamerica.com/en/news/ict/tech-companies-eyeing-energy-storage-ops-with-new-chile-regulation/>，2017年12月16日获取。

19 Emeliano Bellini, 意大利开放辅助服务市场对可再生能源项目和储能项目进行试验, PV杂志, 2017年5月9日, <https://www.pv-magazine.com/2017/05/09/italy-opens-ancillary-services-market-to-pilot-renewable-energy-and-storage-projects/>, 2017年12月16日获取。

20 联邦能源管理委员会, “FERC发布参与区域储能市场的最终规则”, 文件编号: RM16-23, 新闻稿, 2018年2月15日, <https://www.ferc.gov/media/news-releases/2018/2018-1/02-15-18-E-1.asp#.WocN2hPwZuV>。

21 “智利: 到2050年70%的电力来自可再生能源”, Tidal Energy Today, 2016年1月6日, <https://tidalenergytoday.com/2016/01/06/chile-70-of-electricity-to-come-from-renewables-by-2050/>, 2018年1月27日获取。

22 Patrick Nixon, “科技公司着眼于智利的能源储存”。

23 同上。

24 “储能是推动意大利PV市场发展的关键力量”, PV欧洲, 2017年5月16日, <http://www.pveurope.eu/News/Energy-Storage/Energy-storage-as-key-driver-for-the-growing-Italian-PV-market>, 2017年12月13日获取。

25 Ashley Song, “韩国政府关注储能系统”, Korea Bizwire, 2017年7月6日, <http://koreabizwire.com/south-korean-government-eyes-energy-storage-systems/87773>, 2017年12月18日获取。

26 Jason Deign, “谁将从韩国的太阳能+储能激励政策中获益?” GTM, 2016年10月5日, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/who-will-benefit-from-south-koreas-storage-incentive#gs.S==B4X0>, 2017年1月29日获取。

27 同上。

28 同上。

29 Sam Potheary, “韩国发布激励政策以鼓励将储能作为可再生能源消费的一部分”, PV杂志, 2016年9月20日, <https://www.pv-magazine.com/2016/09/20/south-korea-to-give-incentives-for-energy-storage-as-part-of-renewables-spending-spreed-100026184/>, 2018年1月29日获取。

30 Jonathon Gifford, “澳大利亚住宅储能热潮背后的全新安装和改造”, PV杂志, <https://www.pv-magazine.com/2017/04/06/new-installs-and-retrofits-behind-australias-residential-storage-boom/>, 2018年1月15日获取。

31 Mayr, “您的欧洲固定储能指南, 第1部分: 德国”。

32 Florian Mayr, “您的欧洲固定储能指南, 第2部分: 英国和意大利”, Apricum, 2016年12月12日, <https://www.apricum-group.com/your-guide-to-stationary-energy-storage-in-europe-part-2-uk-and-italy/>, 2017年12月13日获取。

33 Robert Walton, “新报告表示: 檀香山储能许可证一年增加1700%”, Utility Dive, 2018年2月5日, <https://www.utilitydive.com/news/honolulu-storage-permits-surge-1700-in-one-year-new-report-says/516331/>, 2018年2月10日获取。

34 同上。

35 Mayr, “您的欧洲固定储能指南, 第1部分: 德国”。

36 Mayr, “您的欧洲固定储能指南, 第2部分: 英国和意大利”。

37 Rebecca Armitage和Amy Bainbridge, “审计发现, 2017年太阳能电池储能大受欢迎, 普及率增加至三倍。” , ABC, 2017年2月13日, <http://www.abc.net.au/news/2017-02-14/solar-batteries-like-tesla-exploding-in-popularity/8259830>, 2017年12月13日获取。

38 同上。

39 Jonathon Gifford, “澳大利亚住宅储能热潮背后的全新安装和改造”, PV杂志, <https://www.pv-magazine.com/2017/04/06/new-in-stalls-and-retrofits-behind-australias-residential-storage-boom/>, 2018年1月15日获取。

40 同上。

41 同上。

42 Armitage和Bainbridge, “审计发现, 2017年太阳能电池储能大受欢迎, 普及率增加至三倍。”

43 印度国家门户网站, “智慧城市使命”, <https://www.india.gov.in/spotlight/smart-cities-mission-step-towards-smart-india>, 2018年1月26日获取。

44 同上。

45 Jackie Wattles, “到2030年, 印度将只销售电动汽车”, CNN Tech, 2017年6月30日, <http://money.cnn.com/2017/06/03/technology/future/india-electric-cars/index.html>, 2017年1月26日获取。

46 Mike Stone, “印度首个电网规模的电池储能项目标志着储能热潮的到来”, GTM, 2017年1月27日, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/indias-first-grid-scale-battery-project-signals-a-coming-boom-for-storage#gs.FKR1lsw>, 2017年1月26日获取。

47 同上。

48 Max Berre, “日本的储能格局”, 欧盟-日本经济合作中心, 2016年9月, https://www.eubusinessinJapan.eu/sites/default/files/energy_storage_landscape_in_japan.pdf, 第7页。

49 同上。

50 Mike Stone, “日本公用事业公司投资大型电池储能项目, 以帮助增加更多在线可再生能源”, GTM, 2015年5月19日, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/japanese-utilities-invest-in-big-batteries#gs.1zMMgDk>, 2018年1月26日获取。

51 Andy Colthort, “日本希望‘世界上最大’电池测试设施在设立标准方面发挥关键作用”, Energy Storage News, 2016年3月3日, <https://www.energy-storage.news/news/japan-hopes-worlds-biggest-test-facility-for-batteries-will-play-crucial-ro>, 2018年1月26日获取。

52 Stone, “日本公用事业公司投资大型电池储能项目, 以帮助增加更多在线可再生能源”。

53 Mark Chediak, “加州储能公司进军日本市场”, 彭博科技, 2017年12月11日, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-11/california-battery-startup-goes-global-with-storage-in-japan>, 2018年1月26日获取。

54 同上。

55 同上。

56 同上。

57 Jason Deign, “Xcel为与储能配对的太阳能和风能吸引了‘前所未有’的低价”, GTM, 2018年1月8日, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/record-low-solar-plus-storage-price-in-xcel-solicitation#gs.dcuQe1w>, 2018年2月15日获取。

58 同上。

59 Scott Moskowitz, “影响储能逆变器市场的趋势：价格下跌、碎片化、新特点”，GTM，2017年9月12日，<https://www.greentechmedia.com/articles/read/trends-shaping-the-energy-storage-inverter-market#gs.s6xslak>，2017年12月15日获取。

60 爱迪生电气研究所（EEI），“利用储能的潜力”，2017年4月，http://www.eei.org/issuesand-policy/generation/Documents/EEI_HarnessingStorage_Final.pdf，2017年12月16日获取。

61 “能源存储协会政策和宣传主任Jason Burwen于联邦能源管理委员会之前所发布的评论”，2015年11月19日，energystorage.org/system/files/attachments/ferc_statement_v3.1.docx，2018年2月16日获取。

62 Mayr, “您的欧洲固定储能指南，第2部分：英国和意大利”

63 同上。

64 Heidi Bishop、Ryan Hledik、Roger Lueken以及Colin McIntyre, “叠加效益：全面评估加州的电池储能”，Brattle集团，2017年9月，http://files.brattle.com/files/7208_stacked_benefits_-_final_report.pdf。

65 同上。

66 Peter Maloney, “Brattle：监管障碍阻碍电池利益叠加——Utility Dive”，2017年9月13日，<https://www.utilitydive.com/news/brattle-regulatory-barriers-prevent-stacking-of-battery-benefits/504773/>，2017年12月17日获取。

67 “加利福尼亚监管机构首先允许储能的多个收入流”，Utility Dive，2018年2月13日，<https://www.utilitydive.com/news/california-regulators-first-to-allow-multiple-revenue-streams-for-energy-st/516927/>，2018年2月15日获取。

68 Andrew Berger, “加州通过制定四项新法案，加快储能计划”，可再生能源世界，2016年9月26日，<http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/09/california-ramps-up-energy-storage-plans-with-enactment-of-four-new-bills.html>，2018年2月10日获取。

69 同上。

69 同上。

70 Peter Maloney, “纽约州储能目标于州长Guomo签署法案后正式生效”，Utility Dive，2017年12月1日，<https://www.utilitydive.com/news/new-york-energy-storage-target-official-after-gov-cuomo-signs-bill/512056/>，2017年12月15日获取。

71 Andy Colthorpe, “内华达能源公司正在考虑330MW的可再生能源储能”，PV科技，2018年1月10日，<https://www.pv-tech.org/news/nv-energy-to-consider-energy-storage-in-330mw-renewables-push>，2018年2月获取

72 Robert Walton, “马里兰州率先启动储能税收抵免”，Utility Dive，2018年2月13日，<https://www.utilitydive.com/news/maryland-is-first-state-to-launch-energy-storage-tax-credit/517011/>，2018年2月获取。

73 Herman K. Trabish, “随着联邦政府关注基荷需求，电网现代化正在席卷全国”，Utility Dive，2017年11月14日，<https://www.utilitydive.com/news/as-feds-focus-on-baseload-grid-modernization-is-sweeping-the-nation/510680/>，2017年12月16日获取。

74 Julia Pyper, “加州通过了巨大能源存储指令”，GTM，2013年10月17日<https://www.greentechmedia.com/articles/read/california-passes-huge-grid-energy-storage-mandate#gs.5wu2Okk>，2018年1月28日获取。

75 Julia Pyper, “Tesla、Greensmith、AES 在最短时间于阿里索峡谷部署了储能系统”, GTM, 2017年1月2日, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/aliso-can-yon-emergency-batteries-officially-up-and-running-from-tesla-green#gs.g4TFID4>, 2018年1月28日获取。

76 Peter Maloney, “CAISO提议了用于储能的负荷转移产品”, Utility Dive, 2017年9月25日, <https://www.utilitydive.com/news/caiso-proposes-load-shifting-product-for-energy-storage/505665/>, 2017年12月18日获取。

77 Robert Walton, “加州3座天然气电厂或许将为储能所替代”, Utility Dive, 2017年12月14日, <https://www.utilitydive.com/news/3-california-gas-plants-could-be-replaced-with-energy-storage/513033/>, 2017年12月16日获取。

78 Emma Foehringer Merchant, “我们的峰值电厂达到顶峰了吗? ‘我不明白我们为什么仍需在2025年之后建造一个天然气峰值电厂’”, GTM, 2107年12月12日, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/battery-storage-is-threatening-natural-gas-peaker-plants#gs.tQG3r0l>, 2018年2月11日获取。

79 Julian Spector, “多年过去了, NY REV未做出重大的储能行动。这种现状必须尽快改变”, GTM, 2017年9月28日, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/new-york-rev-still-lacks-major-storage-action-that-may-have-to-change#gs.EQpgPW0>, 2017年12月16日获取。

80Gavin Bade, “APS将部署8MWh电池储能以延缓输电投资”, Utility Dive, 2017年8月9日, <https://www.utilitydive.com/news/aps-to-deploy-8-mwh-of-battery-storage-to-defer-transmission-investment/448965/>, 2018年2月10日获取。

81 同上。

82 Alex Eller, “储能将扰乱输配电投资”, Utility Dive, 2017年10月17日, <https://www.utilitydive.com/news/energy-storage-will-disrupt-transmission-and-distribution-investments/506945/>, 2017年1月26日获取。

83 同上。

84 Mayr, “您的欧洲固定储能指南, 第2部分: 英国和意大利”

85 TenneT组织信息, <https://www.tennet.eu/news/detail/tennet-unlocks-distributed-flexibility-via-blockchain/>, 2018年1月28日获取。

86 维基百科, “区块链”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain>, 2018年1月28日获取。

87 TenneT组织信息, “欧洲首个用以稳定电网运行的区块链项目: TenneT和Sonnen预计2018年的结果”, 2017年11月2日, <https://www.tennet.eu/news/detail/europes-first-blockchain-project-to-stabilize-the-power-grid-launches-tennet-and-sonnen-expect-res/>, 2017年12月17日获取。

88 同上。

89 Andy Colthorpe, “Stem联结了一座位于夏威夷的1MW整合虚拟电厂”, Energy Storage News, 2017年1月23日, <https://www.energy-storage.news/news/stem-connects-1mw-aggregated-virtual-power-plant-in-hawaii>, 2018年1月27日获取。

90 同上。

91 同上。

92 Diane Cardwell, “太阳能实验实现邻里间交易”, 纽约时报, 2017年3月13日, <https://www.nytimes.com/2017/03/13/business/energy-environment/brooklyn-solar-grid-energy-trading.html>, 2017年12月17日获取。

讨论

德勤凭借其在电力和公用事业公司价值链及可再生能源部门工作的广泛经验，帮助客户预测不断变化的局面，并利用新出现的机遇，为可执行战略引入一种全新的方法，与深层次的行业知识、严谨的分析和洞察力结合起来，使人们能够有信心地采取行动。德勤的专业人士可以帮助可再生能源和公用

事业客户洞察数据驱动，为愿景、战略以及决策提供信息；深入了解当前和预期的市场驱动因素；确定、分析并执行针对收购机会的尽职调查；转变商业模式以捕捉新的增长机会；以及通过应用技术来实现业务目标。请联系本文所列任何联系人以获取相关详细信息。



Marlene Motyka
负责人
全球可再生能源领导者
德勤交易和业务分析有限责
任合伙公司
mmotyka@deloitte.com
+1 973 602 5691
[@MarleneMMotyka](https://twitter.com/MarleneMMotyka)



Andrew Slaughter
执行董事
德勤能源解决方案服务中心
有限合伙公司
anslaughter@deloitte.com
+1 713 982 3526



Suzanna Sanborn
高级经理
德勤能源解决方案服务中心
有限合伙公司
ssanborn@deloitte.com
+1 703 251 1930

主要参与者

Kartikay Sharma: 德勤印度私人支持服
务有限公司，高级分析师，市场调研人员

Deepak Vasantlal Shah: 德勤印度私人
支持服务有限公司，副经理，市场调研人员

联系人



郭晓波

能源、资源及工业行业领导合伙人
电力及公共设施子行业主管合伙人

kguo@deloitte.com.cn

+86 10 8520 7379



曹彤

能源、资源及工业行业规划经理

tocao@deloitte.com.cn

+86 10 8512 5299

办事处地址

北京

中国北京市东长安街1号
东方广场东方经贸城西二办公楼8层
邮政编码: 100738
电话: +86 10 8520 7788
传真: +86 10 8518 1218

长沙

中国长沙市开福区芙蓉北路一段109号
华创国际广场3号栋20楼
邮政编码: 410008
电话: +86 731 8522 8790
传真: +86 731 8522 8230

成都

中国成都市人民南路二段1号
仁恒置地广场写字楼34层3406单元
邮政编码: 610016
电话: +86 28 6789 8188
传真: +86 28 6500 5161

重庆

中国重庆市渝中区民族路188号环球金融中心43层
邮政编码: 400010
电话: +86 23 8823 1888
传真: +86 23 8857 0978

大连

中国大连市中山路147号
森茂大厦15楼
邮政编码: 116011
电话: +86 411 8371 2888
传真: +86 411 8360 3297

广州

中国广州市珠江东路28号
越秀金融大厦26楼
邮政编码: 510623
电话: +86 20 8396 9228
传真: +86 20 3888 0121

杭州

中国杭州市上城区飞云江路9号
赞成中心东楼1206-1210室
邮政编码: 310008
电话: +86 571 8972 7688
传真: +86 571 8779 7915 / 8779 7916

哈尔滨

中国哈尔滨市南岗区长江路368号
开发区管理大厦1618室
邮政编码: 150090
电话: +86 451 8586 0060
传真: +86 451 8586 0056

合肥

中国安徽省合肥市
政务文化新区潜山路190号
华邦ICC写字楼A座1201单元
邮政编码: 230601
电话: +86 551 6585 5927
传真: +86 551 6585 5687

香港

香港金钟道88号
太古广场一座35楼
电话: +852 2852 1600
传真: +852 2541 1911

济南

中国济南市市中区二环南路6636号
中海广场28层2802-2804单元
邮政编码: 250000
电话: +86 531 8973 5800
传真: +86 531 8973 5811

澳门

澳门殷皇子大马路43-53A号
澳门广场19楼H-N座
电话: +853 2871 2998
传真: +853 2871 3033

蒙古

15/F, ICC Tower, Jamiyan-Gun Street
1st Khoroo, Sukhbaatar District,
14240-0025 Ulaanbaatar, Mongolia
电话: +976 7010 0450
传真: +976 7013 0450

南京

中国南京市新街口汉中路2号
亚太商务楼6楼
邮政编码: 210005
电话: +86 25 5790 8880
传真: +86 25 8691 8776

上海

中国上海市延安东路222号
外滩中心30楼
邮政编码: 200002
电话: +86 21 6141 8888
传真: +86 21 6335 0003

沈阳

中国沈阳市沈河区青年大街1-1号
沈阳市府恒隆广场办公楼1座
3605-3606单元
邮政编码: 110063
电话: +86 24 6785 4068
传真: +86 24 6785 4067

深圳

中国深圳市深南东路5001号
华润大厦13楼
邮政编码: 518010
电话: +86 755 8246 3255
传真: +86 755 8246 3186

苏州

中国苏州市工业园区苏惠路88号
环球财富广场1幢23楼
邮政编码: 215021
电话: +86 512 6289 1238
传真: +86 512 6762 3338 / 3318

天津

中国天津市和平区南京路183号
天津世纪都会商厦45层
邮政编码: 300051
电话: +86 22 2320 6688
传真: +86 22 8312 6099

武汉

中国武汉市江汉区建设大道568号
新世界国贸大厦49层01室
邮政编码: 430000
电话: +86 27 8526 6618
传真: +86 27 8526 7032

厦门

中国厦门市思明区鹭江道8号
国际银行大厦26楼E单元
邮政编码: 361001
电话: +86 592 2107 298
传真: +86 592 2107 259

西安

中国西安市高新区锦业路9号
绿地中心A座51层5104A室
邮政编码: 710065
电话: +86 29 8114 0201
传真: +86 29 8114 0205

本出版物仅包含一般信息，德勤不通过本出版物提供商业、财务、投资、法律、税务或其他专业咨询或服务。本出版物不能替代此类专业咨询或服务，也不应作为任何可能影响您业务的决定或行动的依据。在作出任何决定或者采取任何可能影响您业务的行动之前，您应咨询合格的专业顾问。若任何人员依据本出版物而造成任何损失，德勤概不负责。

Deloitte Center *for* Energy Solutions

德勤能源解决方案中心（以下简称“本中心”）为创新、思想领导、开创性研究和行业合作提供论坛，以帮助企业解决最为复杂的能源挑战。

通过本中心，德勤的能源与资源集团领导了一场辩论，内容有关于高管关于关键议题的想法——从立法和监管政策的影响，到运营效率，再到可持续和有利可图的增长。我们通过全球专家和思想领袖网络提供全面的解决方案。

本中心设在休斯顿和华盛顿特区，通过研讨会、圆桌会议和其他形式的参与提供互动，在这些地方，无论是成熟的亦或是成长中的公司，均可以聚集在一起学习、讨论和辩论。

www.deloitte.com/us/energysolutions

[@Deloitte4Energy](https://twitter.com/Deloitte4Energy)

Deloitte.

关于德勤

德勤是一家私人担保公司（以下简称“DTTL”），其成员包括一家或多家德勤有限公司、成员所网络以及相关实体。DTTL及其各个成员所均为具有独立法律地位的法律实体。DTTL（也称为“德勤全球”）不向客户端提供服务。在美国，德勤是指由位于美国的成员及其各自附属公司，以及与其相关的冠以“德勤”名称在美国进行运营的实体。根据公共会计的规则和法规，某些服务可能无法向客户提供证明。想要了解成员所全球网络的更多信息，请参见www.deloitte.com/。

版权©2018 Deloitte Development LLC.版权所有。

CQ-0725C-18



这是环保纸印刷品