



电力回收

美国消费者将在未来能源体系的构建中发挥积极作用

美国加利福尼亚州棕榈泉附近莫龙戈盆地的输电线和风力涡轮机。

穆斯塔法·贾马尔

美国的输电网络是全世界规模最大的机器。2014年共有超过3.8万亿千瓦时电量（接近全球总量的1/5）流经430万公里的输电线，为3.15亿消费者供电，消费者支付的电费总额共达4000亿美元。

然而，自从托马斯·爱迪生在曼哈顿下城建立第一代输电设施——珍珠街电站以来，在此后的133年中，这个庞大的系统除规模外几乎没有做出改变。大部分国家的电网仍然非常原始。

考虑到燃料价格波动、潜在灾难性气候变化的风险以及用于缓解这些风险的新技术的可用性，消费者和监管机构要求建立更环保、更高效的美国电网系统。固定电话让路给手机导致电信业的景观产生震撼，电网基础设施将被迫发生显著转变：更加智能化或者变得无关紧要。

这对于美国电力公司来说不是最好的消息。面对监管机构施加的现代化压力，这些垄断企业不愿承担作出改变的风险和成本，因为这种改变可能会降低收入。但对于消费者来说是个好消息。鉴于到目前为止消费者无法了解能源使用情况和碳足迹，电力企业作出改变后，消费者将使用新工具以更好地了解并控制他们的能源使用、碳足迹和电力成本。

控制需求

这些新工具最有前途、最成熟的方面是需求方管理。

需求方管理可帮助解决峰值负载问题。电力公司必须具有足够的发电量，以便满足高峰用电需求——需求曲

线的高峰（见图）。否则此系统将会崩溃，导致发生停电事故，进而造成重大经济和社会损失，特别是峰值负载通常发生在企业和工业最繁忙的时段。需求方管理使用财务激励机制，修改需求曲线，通过鼓励工业、商业和居民消费者使用较少电力并从自由裁量使用转向非高峰期时间使用，如夜间和周末。

如果将需求曲线的高峰扁平化或进行负载抑制，就会降低对新电厂的需求，从而降低额外的基础设施投资，减少与新电厂建设相关的环境危害及其将会产生的排放。其中，减排极为明显，因为“高峰期”电厂——用于满足高峰时段的额外需求——比基本负荷电厂成本更高、效率更低，基本负荷电厂持续运行以满足持续的基础需求。高峰期电厂几乎一直通过排碳型化石燃料提供动力，而基本负荷电厂通常依靠核电或水电运行。

需求方管理的财务奖励措施为分时电价收费，在高峰时段能源收费较高，非高峰时段收费较低，促使消费者在非高峰时段用电——当基本负荷电厂能够满足需求时。这就需要采用新电表，称为智能电表，这种电表不仅可以测量用电量，还能测量用电时间，并定期将这些信息传递给电力公司。客户可以登录安全的网站，查看他们的能源使用情况（非常接近实时查看），并对消费模式进行分析。了解这些模式有助消费者决定如何调整他们的用电行为，以削减电费并帮助降低整个系统的峰值负载。

具有环保意识的客户可以使用这些信息来了解并减少他们的碳足迹。除鼓励能源效率和能源节约外，智能电表还可推动分布式可再生能源发电——工厂、办公楼和住

宅屋顶的太阳能电板和风力涡轮机——的更广泛使用。许多智能电表是纯能源电表，对两个方向上的电流进行测量，因此，屋顶安装太阳能电池板的电力公司客户可以反过来向电网售电，降低电费，如果发电量多于使用量，他们甚至可以赚电力公司的钱。目前，美国大约有 1/3 的电表为智能电表，而 2008 年智能电表使用率还不足 5%。

在美国，2013 年需求方管理降低的峰值负载超过 288 亿瓦，比 2012 年上升了 7.2%，足够为整个奥地利供电。最近降低用电量的居民客户越来越多。

电力存储

虽然目前仍处于起步阶段，但先进的新型电力存储解决方案具有良好的发展前景。从本质上看，这些新型能源存储解决方案只不过是大型可充电电池，能够储电和放电。虽然可充电电池已不再是新生事物，但目前其实现了前所未有的低廉、安全、耐用或大容量。

电力被生产出来就必须消费掉，这一直是能源体系的关键限制。此前没有有效的储存方式，特别是对于可再生能源技术来说，这是一个主要障碍。无论阳光多充足或者太阳能电池将太阳能转换成电能的效率多高，都无法满足夜间高峰用电需求。同样，高效风力涡轮机可用于风力强劲的地区，但如果风力主要集中在夜间，那么对于满足日间高峰需求也没有帮助。通过平衡风电厂和太阳能电厂的间歇性发电——这些电厂发电的时机和发电量通常与用电高峰时段不相吻合，新能源存储技术将有助于促进可再生能源的应用。

像特斯拉 Powerwall 这类家用电池能够在白天为安装太阳能电池板的住宅捕捉太阳能，晚上为住宅供电。它还可以在非高峰时段（电价较低）存储电力公司的电力，并在用电高峰时段（电价较高）为住宅或企业释放电力。鉴于家用电池成本较高，目前主要对富裕的早期使用者有吸引力，但是随着电池技术的快速进步，未来十年内家用电

池一定会像冰箱一样普遍存在于我们的生活中。

由于插电式混合动力车和电动汽车已经包含大型电池，并且 95% 的时间处于停放状态，所以这些车辆未来和电网连接后，可以作为重要的需求响应供应来源。汽车到电网（V2G）系统中的汽车将能够通过其电池辅助满足高峰用电需求，并在非高峰时段重新充电。但目前 V2G 仍处于实验阶段。

先进的新型电力存储解决方案具有良好的发展前景。

能源储存系统不需要以传统的电池设计为基础。纽约部分新建建筑均采用地下室冷却装置，包括美国高盛投资公司位于西街 200 号的总部（建于 2009 年），其本质是大型制冰机。高盛集团的夜间冷冻冰量高达 770000 公斤，此时基本负荷发电厂的电价更低且碳密度降低 35%。白天采用风扇促使冰上空气循环为大楼输送冷气，从而代替能源密集型空调，这样一来，夏季每月为高盛集团节省 50000 美元。商用空调用电量占美国电力需求的 5% 以上。虽然这个百分比并非绝对值，但它代表了高峰用电需求的一个主要组成部分，特别是在电网压力最大的炎热夏季。像高盛集团这样纳入高峰用电扁平化技术的建筑物帮助纽约市省去了另建环境足迹大于碳排放的高峰期电厂的麻烦。

更多问题有待解决

目前仍存在一些没能解决的问题。例如，未来电网由谁付钱？电力公司已经开始抱怨本土绿色能源（如太阳能）应用的扩大导致他们的收入缩水，同时并未帮助支付将电力返售给电网所需的基础设施维护及升级费用。随着的电表和电网的“智能化”，它们还易受到网络攻击。如何确保电网这类重要设施的安全性？大型电网对于为社区和企业提供更多所有权和控制权、更能适应恶劣天气的分散式微型电网的未来是否仍有意义？

无论如何，与电力历史上任何时间点相比，短期到中期内电力最终用户获得的知识选择要多得多。■

穆斯塔法·贾马尔（Mustafa Jamal）是 IMF 货币与资本市场部的研究员。

