



太阳能大放光彩

追逐环保而高效的太阳能经济浪潮

执行报告

能源与公用事业

IBM 如何提供帮助

新能源技术和不断变化的能源经济正在改变公用事业的能源供应结构，带来更大的环保和监管干预力度，形成投资不确定性，并且持续扩大整个行业的商业化规模。IBM 致力于帮助能源与公用事业客户发展智慧的能源供应能力，提升 21 世纪业务运营的可靠性、效率和资产回报，降低成本，改进安全性，并促进转型。如欲了解有关 IBM 能源与公用事业解决方案的更多信息，请访问 ibm.com/industries/energy

太阳能资源吸引全球目光

能源生产成本不断降低，公众环保意识日益加强，以及政府政策持续变化，都促使越来越多的消费者考虑使用可再生能源。特别是太阳能，正在吸引全世界的注意力。IBM 商业价值研究院最新一项针对 41,000 位消费者的调研结果表明，对于能源与公用事业企业而言，公众对太阳能电力的日益青睐可能会颠覆既有的业务模式。公用事业如何应对这种不断变化的环境，将在很长一段时期内确定他们在未来市场中所扮演的角色以及成功的程度。他们是继续专注于发电和输配电，还是成为更广泛、更丰富、更为高度协调的能源配送生态系统的统筹者？

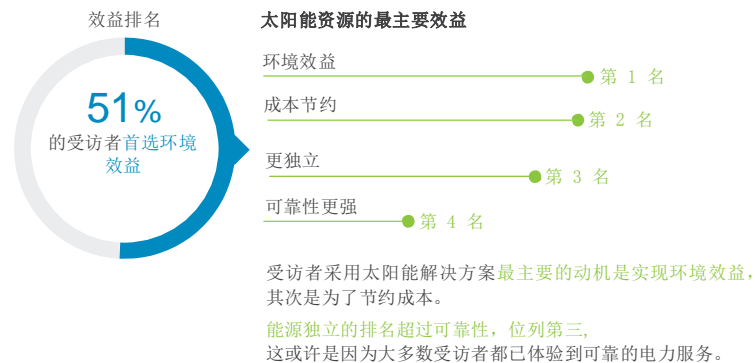
执行摘要

可再生资源，尤其是住宅太阳能，正在迅速改变能源市场的格局。很多因素促使消费者对太阳能解决方案投入越来越多的热情，其中环保意识和能源生产成本不断降低这两大因素尤为突出（见图 1）。

地球村的居民都清楚，需要可持续地管理地球上有限的资源和脆弱的环境。事实上，保护环境已成为许多国家或地区最关注的公共问题。¹ 例如在英国，84% 的民众支持使用太阳能以改善环境。² 研究表明，在过去几年里，一个太阳能发电系统产生的能源平均可以节省开车绕地球 15 圈所需的矿物燃料总量。³ 为了鼓励采用太阳能和保护环境，许多政府建立了激励消费者安装太阳能设备的机制。

图 1

受访者认为环境效益是太阳能可以带来的最大好处，其次是成本节约



来源：2016 年 IBM 分布式能源调研。



70%

自 2009 年以来，向家庭或企业输送太阳能电力的平均价格下降了 70%。



65%

65% 的太阳能客户希望在五年内获得投资回报。



12.5
美分

在美国，太阳能发电一千瓦的平均成本为 12.5 美分。

太阳能资源可以实现相当可观的效益。然而，电力公司可能会因此而付出巨大的代价。随着太阳能成本迅速下降，家庭在作为电力消费者的同时，逐渐成为电力生产者，这使得他们在某种程度上成为“竞争者”。这些生产者/消费者，或者称之为“生产消费者”，正变得越来越普遍，影响力也在不断增加。公用事业如何与他们互动，甚至监管机构如何允许他们与之互动，都是公用事业未来需要面对的重要课题。至少，模式转变势在必行，因为公用事业必须不再仅仅关注于传统的发电和送电。

为了了解消费者如何看待住宅太阳能发电，IBM 商业价值研究院对拥有广阔太阳能市场前景的六个国家（美国、英国、德国、意大利、西班牙和日本）的 41,000 多位消费者进行了调研。本次调研的目的是了解与太阳能有关的消费者驱动因素以及存在的偏见。基于对受访者回答的分析，我们讨论了不断变化的市场动态对能源与公用事业企业的影响，并提供一系列建议和后续行动计划。

太阳能市场打破记录

预计到 2016 年年底，美国太阳能行业的装机容量达 13.9 千兆瓦，这是创纪录的 2015 年装机容量的近一倍。⁴ 2015 年，美国住宅太阳能市场大幅增长，增加了超过 320,000 个新住宅系统，代表了近 2,000 兆瓦的新增产能。⁵ 预计到这个十年末，太阳能发电的全部三个细分市场（住宅、非住宅和公用事业）都将取得强劲增长。虽然最大的太阳能产能增长部分仍旧是公用事业规模的项目，但住宅消费者以相当大的热情采用太阳能，尽管价格相对较高，却已显出稳步下降的趋势。通常情况下，住宅五千瓦屋顶安装式太阳能系统的预计投资为 19,000 美元。⁶

在美国，太阳能成本迅速下降，2016 年可能到期的投资税减免在过去 5 年内刺激太阳能系统安装规模加速扩大。⁷ 然而，税收抵免期限的延长，加上技术成本的持续下降以及电价的上涨，表明屋顶式太阳能系统对于美国业主、企业甚至公用事业来说，在很大程度上仍是极具吸引力的选择。此外，到 2025 年，对碳排放进行惩罚的环保政策可能促使太阳能产能进一步增加 20%-30%。⁸

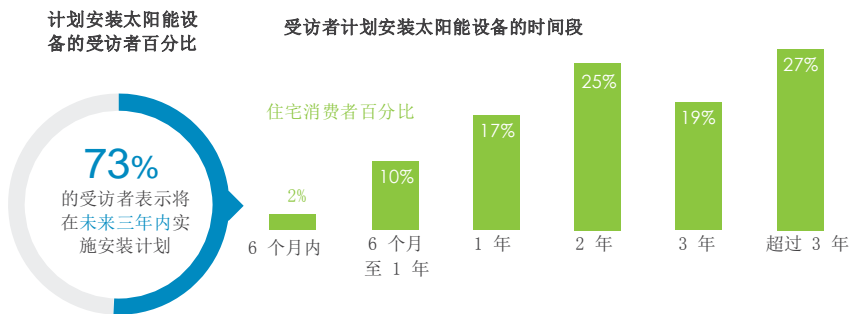
自 2009 年以来，家庭或企业安装太阳能系统的平均价格下降了 70% 以上。随着安装和设备成本的持续下降，在美国，投资回收期预计将从超过八年缩短到五年以下。⁹ 太阳能的投资回报速度与地理位置关系密切。例如，在欧洲，太阳能投资的回报历来非常具有吸引力，通常不到一年半时间，这主要归因于慷慨的电价补贴和昂贵的电价。¹⁰ 在意大利南部，投资回收期可能短至一年，这取决于部署的技术。¹¹ 但是最近，由于减少了折扣、奖励和通过电价补贴支付的金额，导致回收期在不断延长。

不同的客户，不同的期望

在表示已安装或准备安装太阳能设备的受访者群体中，有 73% 表示他们计划在未来三年内安装太阳能设备（见图 2）。有着庞大电力需求的企业正在加速部署太阳能系统，70% 的受访企业计划在两年或更短时间内采取行动。¹² 我们的调研结果表明，影响这些决策的主要因素是环境效益、成本节约、能源独立和可靠性。

图 2

在计划安装太阳能设备的受访者中 - 有 73% 表示计划在未来三年内实施



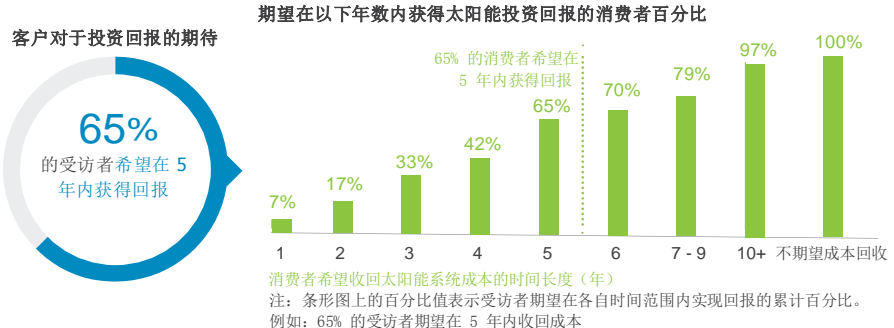
与住宅消费者相比，企业的太阳能系统规模更大，他们的步伐也更快，70% 的企业计划在 2 年内推进部署。在联邦投资税收抵免的 5 年延长期和逐步缩减的背景下，该表针对稳定的行业增长而设定。

来源：2016 年 IBM 分布式能源调研。

随着太阳能发电的普及，家庭用电成本有望下降（见图 3）。45% 的受访消费者表示，他们预计安装太阳能设备之后可以节省至少 10% 的电费。¹³

当消费者选择安装太阳能发电设备时，他们通常会从专业供应商和暖通空调（HVAC）承包商之间进行选择。令人惊讶的是，尽管在该市场领域的占有率相对有限，但公用事业的排名仍较为靠前，超过住宅/商业承包商和其他类型的供应商（见图 4）。¹⁴ 有趣的是，受访消费者普遍表示，太阳能设备的安装流程远比他们想象的要简单。59% 的受访者预计太阳能设备的安装非常复杂，但只有 38% 在安装后还这样认为。30% 的受访者表示，实际上他们发现安装流程很简单。¹⁵

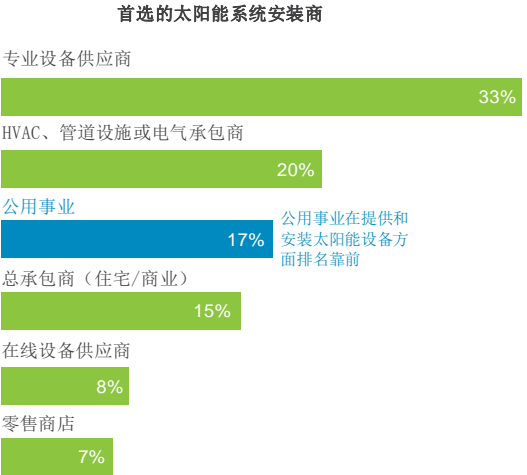
图 3
大多数消费者希望在 5 年内获得回报



期望在 1 年内实现投资回报的消费者通常会寻求租赁融资
一般的第三方购买条款会设定 5 年或更长的融资周期

来源：2016 年 IBM 分布式能源调研。

图 4
尽管市场占有率有限，但公用事业仍然跻身首选的太阳能系统供应商和安装商之列



来源：2016 年 IBM 分布式能源调研。

公用事业企业拥有丰富的太阳能资源市场商机，并且他们已经开始提供大力支持。在安装太阳能系统的受访者中，57% 表示他们对当地公用事业提供的支持感到满意。¹⁶

然而，随着太阳能资源需求的增长，消费者的要求也随之增加并出现分化。为了说明这一点，在调研过程中，IBM 进行了聚类分析，以发现那些已经安装太阳能系统或计划这样做的受访者的不同行为特征。分析将消费者划分为两个截然不同的群体：注重成本者和注重定制者（见图 5）。分析还表明受访者具有一些共同的特点，比如，环保意识以及他们对初始成本和融资的关切。但也存在一些明显差异。

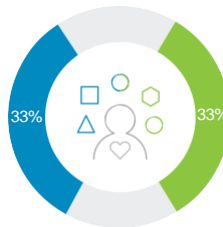
图 5

不同的聚类对于公用事业意味着什么？

需要对不同的聚类使用不同的信息，才能吸引消费者

吸引注重定制者

- 提供可定制的太阳能解决方案
- 提供安装服务和性能保证
- 强调服务和维修组合产品



吸引注重成本者

- 提供一站式解决方案
- 强调成本节约和安装便利性
- 利用可信赖供应商的品牌价值

来源：2016 年 IBM 分布式能源调研。


注重成本的消费者会更多地关注预期的成本节约，并且更倾向于接受简单的一站式解决方案。他们关注于降低成本，并且会选择市场声誉良好的供应商。他们更加重视隔热和节能审计，更有可能配备智能自动调温器。他们非常了解潜在的太阳能激励计划。他们倾向于选择公用事业或总承包商来安装太阳能设备。

注重定制者更倾向于采用个性化的定制解决方案，希望确保选择的能源可以正常运行、正确安装并提供服务和维修组合。选择供应商时，他们更倾向于传统电力供应商，他们具有更长远的发展规划，预计的投资回报率更长，并且不太会将自己的计划告诉公用事业企业。他们还表示，感觉到公用事业企业没有为其太阳能设备提供充分的支持。

分析表明，如果公用事业要在住宅太阳能市场中有所作为，就要针对每个细分市场采用不同的方法，才能获得业务。对于注重定制者，公用事业需要交付可定制的太阳能解决方案，提供安装和性能保证，并强调服务和维修组合。对于注重成本者，公用事业应提供一站式解决方案，强调节约、易于安装，并充分利用可信赖供应商的品牌价值。

图 6

德国的工业设施越来越多地受到可再生能源的干扰

 德国电网的突然波动对一些工业企业造成**严重损害**。他们采取不同的应对措施，包括采购自己的发电机和安装稳压器，以期最大程度降低风险。风险需要快速解决，避免产业外流。

电力质量受到周期性影响

事件导致生产问题

50%

服务故障数量增多

31%

短时中断增加

29%

一项针对德国工业能源企业协会（VIEK）成员的调研显示，德国电网短时中断事件的数量明显增加。

来源：“电网不稳定促使行业寻求解决方案”，
《明镜周刊》，2012年8月16日，<http://www.spiegel.de/international/germany/instability-in-power-grid-comes-at-high-cost-for-german-industry-a-850419.html>

变革时代的多样业务模式

太阳能以及其他可再生能源的不断涌现，为公用事业运营带来了完全不同的业务环境。虽然并非每个公用事业或市场都经历相同方式或规模的变化，但是制定相应发展计划有助于每个公用事业找到自身的“最佳”战略。一系列新出现的与太阳能有关的颠覆性变化、决策或事件使得这一过程复杂化，也可能导致并加速电力行业的变革。公用事业应该考虑面临的技术挑战，以及全面的系统规划所需的转变。能源生产消费者的出现将带来全新的沟通需求。随着能源市场的变化，传统发电供应商需要转型成为能源统筹者。

技术挑战

随着住宅太阳能设备的成本效率不断提高，公用事业输配电网络可能会遇到重大的技术挑战。如果不对屋顶式太阳能发电设备的大规模发展进行控制，这些没有进行充分协调和技术验证的设备可能会造成电压和电力质量问题等方面的风险。出现问题的可能性以及严重性，取决于传统电网设计实践和电网运营的优化程度。

为了保持电压水平，可能需要更昂贵的动态受控连接技术，或者要求公用事业投资规模更大的线路和变压器设备。屋顶式太阳能设备的大范围普及（如在德国），使得借助新的创新型方法来管理电力质量成为了必需，这反过来催生了新的电力传输标准（见图 6）。¹⁷

当太阳能发电超过当地负荷时，由于所产生的电压升高，配电网络中的反向电流可能会造成问题。配电网络的传统设计和运营，都是以抑制电压下降而非升高所带来的影响为目的。电压控制的原理是：在低负荷期

间，最大电压可能已经接近允许的极限值。当地发电（使电压上升）可能导致超过最大电压限制，从而使客户电器出现故障或效率降低。

在普通的三相配电网络中，未经良好管理的相位连接可能会无意中连接到同一相。最终可能导致电压大幅升高，从而限制配电变压器的负荷能力。

随着太阳能发电技术日益成熟，相关的基础设施和技术也必须与时俱进，足以保证公用事业的电网性能。此类技术的商业部署可以从根本上改变配电业务的性质，但需要得到新的业务模式和流程的支持。

规划

由于公用事业的规划周期从一年到二十年不等，甚至更久，正因如此，太阳能设备的高度普及会长期影响公用事业的许多业务职能领域。在公用事业的综合资源规划（IRP）中预测太阳能发电的能力是一种相对较新的技能，随着太阳能发电的大规模普及，可能必须调整配电规划，考虑到特定于馈线的影响和配电技术部署。这两个因素都可能导致长期电力传输添加计划发生改变。许多公用事业向所在各州的委员会提交 IRP，因此有必要采用一致的方法来应对太阳能资源，以及向监管机构说明资源规划决策。随着太阳能设备的广泛普及，需要获得并分析有关系统负荷以及资产运行状况的海量细粒度数据，这一点将成为确定对长期规划所产生影响的关键因素。

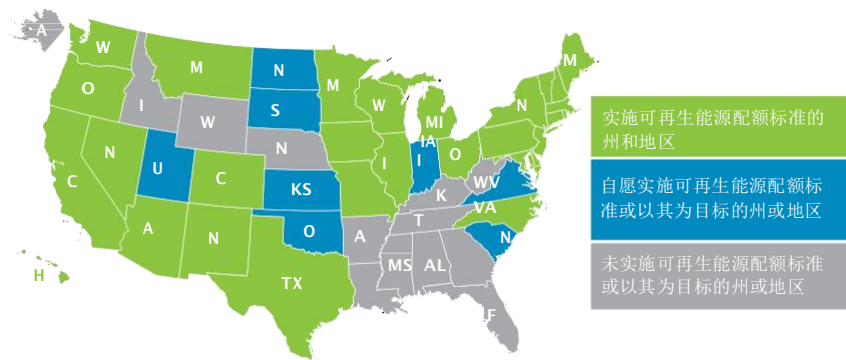
可再生能源配额标准¹⁹

美国一直积极采用或不断提高可再生能源配额标准，现在已有 29 个州实施（见图 7）。这些标准要求公用事业按照规定的比例或数量销售可再生电力。该要求只适用于投资者拥有的公用事业，但许多州还包括市政和电力合作企业，尽管对他们的要求通常较低。

太阳能资源的开发周期明显快于传统的矿物燃料资源。由于使用高压输电线路是公用事业发展规模太阳能发电项目的关键，因此，输电规划、采购和建设必须满足太阳能开发商严苛的时间进度，同时要达成可再生能源配额标准（RPS）中规定的发展目标。为了实现 RPS 目标，公用事业企业需要严格推行可再生能源，并部署所需的输电基础设施，通常其发电量中有 10%-20% 或更多的可再生能源电力。¹⁸

图 7

可再生能源配额标准有助于促进太阳能资源的采用



来源：州级可再生能源配额标准及目标。美国州议会联合会。 <http://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx>

客户互动

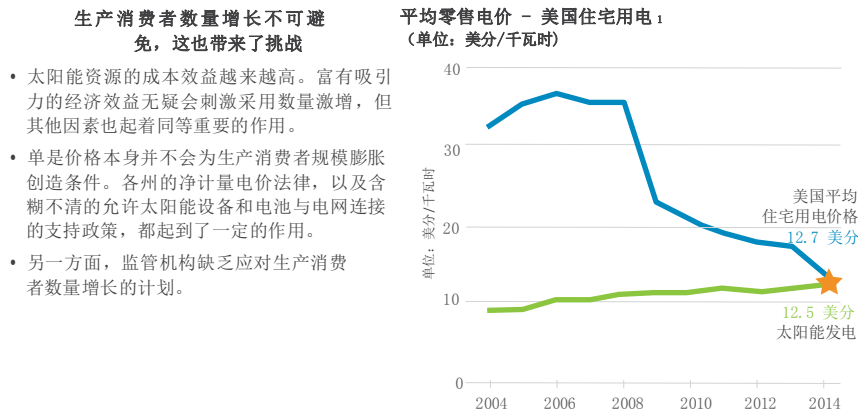
利用太阳能资源等方式自行发电的消费者就是电力生产消费者。相互依赖性为消费者与生产消费者之间的关键区别，并且是评估生产消费者与公用事业关系总体价值的重要因素。生产消费者对于每个公用事业的价值不尽相同。这具有动态特性，估值的关键因素也存在变化。例如，公用事业必须考虑地理位置、天气以及太阳辐射照度数据。他们必须将这些数据与电网性能的相关信息关联，并预测任何超额能源供应的时间。虽然一些网络属性在电网环境中相对固定，例如变压器，但是生产消费者的需求可能随着他们的负荷模式而变化。影响电网运营的资产和变量的数量将大大增加，这是公用事业所面临的挑战。最终结果：能源供应商必须面对截然不同的业务环境。

未来需要一种全新的客户互动方法，满足与生产消费者沟通的需求（见图 8）。电力交付最终必须成为高度自动化、高度个性化的流程，根据客户需求提供不同的服务选项。这受到以下因素的推动：需要更及时的重点沟通，以及可能需要进行网络控制、设备监控以及能源销售预测。此外，考虑到太阳能发电成本的迅速下降所引起的重大变化，当前以及未来的生产消费者需要考虑到在自己的太阳能系统的生命周期内，监管框架可能会发生变化，从而导致针对提供的能源产生不同的支付框架。

生产消费者必须要适应技术变化（例如，德国的一些系统要求安装新的逆变器）、太阳能光伏系统和当地（或现场）负荷之间新通信方式的引入，以及配送电网的实时行为。如果未来监管制度变化不可预测、太过繁重或限制性过强，可能会影响分布式太阳能系统的经济吸引力和采用率，并增加生产消费者面临的监管风险和政治风险。这些颠覆性的技术将共同或单独持续影响行业发展，而另一波转型，例如太阳能发电成本进一步下降或电池技术的改进，将会对公用事业产生根本性的影响。

图 8

由于越来越接近于传统电网电价，使得生产消费者数量有可能进一步增长



来源：“发电厂、装机容量、发电、燃料消耗、销售、价格和客户等电力行业相关统计数据。”美国能源信息署 (EIA)，<http://www.eia.gov/electricity/data.cfm#sales> - 历史评估：“太阳能电力成本（美国平均价格）- 平准化成本数据。”太阳能电池中心，2015，http://solarcellcentral.com/cost_page.html

能源集成商

新能源市场将在竞争、颠覆性力量和环保意识的驱动下向前发展。一些传统的“核心”公用事业流程将无法保持可持续性。能源供需预测、配电规划、网络连接和通信以及消费者互动等方面都需要做出重大改变。因此，需要建立新的业务模式。为了应对这些快速、复杂且极具颠覆性的市场变化，能源与公用事业企业必须重新思考自己开展业务的方式。他们需要从单纯的传统发电供应商和管理者，转变为管理数以千计供应商的能源统筹者。然而在许多地区，监管环境可能会阻碍公用事业转型。公用事业企业必须与监管机构合作，尝试解决这些问题。

随着企业开始向能源集成商转变，业界已经在经历一些根本性的重组。例如，纽约的《能源愿景改革》计划正在实施监管改革，以促进可再生能源的发展。该计划推出了分布式服务平台提供商（DSPP）的新角色，帮助配电公用事业从当前所扮演的角色转变为分散化能源系统的分布式服务平台提供商。¹⁹ 欧洲配电系统运营商（DSO）也面临着新的挑战。除了运营、维护和开发高效配电系统的传统使命，欧洲 DSO 还需要发挥新的作用：促进零售市场高效、良好地运作。在英国，Flexitricity 提供这种集成商服务，着重关注需求响应，使用可再生能源来缓解频率问题和平衡储备。²⁰

成功案例：可再生能源的发展需要业务模式实现转变²¹

由于传统发电业务与可再生能源的结合，公用事业即将经历根本性的变化。例如，德国一家公用事业企业正在修改业务模式，在可再生能源增长削弱其传统发电业务的收益后，将电网服务定为自己的核心业务。之所以出现这种转变，是由于德国光伏发电增长造成电力批发价格大幅度下降。

新业务方向将通过“轻资本”方法来利用技能组合，将公司定位为可再生能源的项目推动者、运营商和系统集成商。

成功案例：太阳能资源预测²²

虽然公用事业具有丰富的负荷预测经验，但是太阳能带来了新的变化和不确定因素，因为现有负荷预测方法无法捕获某些太阳能电力负荷。由于太阳能系统的间歇性特征，因此要应对公用事业大规模采用太阳能资源所带来新的不确定性，需要制定相应的运营策略，市场结构也必须随之改变。基本策略之一就是使用针对可变发电的高级预测方法。

美国西部一家公用事业企业正与州立大学的研究人员一起进行太阳能预测研究，目的是开发太阳能预测系统，最终将其整合到企业的能源管理系统中。预测方法使用住宅屋顶式太阳能系统的输入信息，作为辐照度量的测量代理。获得每个系统的晴空辐射期望值输出，并使用晴空辐射期望值输出的偏差来推断云对系统性能的影响。放大样本的输出，以表示服务区域内所有公用事业规模和分布式太阳能系统的输出。通过更准确的预测，就能够将可延迟的负荷耦合到可再生能源，例如，可以将太阳能发电与预定的电动汽车充电结合起来。

去向何处？

太阳能资源将影响公用事业的未来发展，还会影响相关技术部署的法规。业务模式、客户影响、业务流程、价格和技术等因素，都是公用事业必须关注的关键组成部分。太阳能资源的先驱者表现出五个关键的成功特质：

整合新的复杂技术 – 可再生能源技术给公用事业带来了新的负担。随着控制双向电流的需求的增加，以及将物联网技术用于可再生能源的趋势，在电网监测、通信和控制等方面产生了新的需求。这给电网运营中心提出新的要求，并且需要更好地应对发电对配电基础设施的影响。较大的公用事业规模的太阳能发电场可能需要员工掌握新的技能，用于开展业务运营并且从太阳能技术中发掘最大的经济价值。太阳能发电场项目开发十分复杂，因为每个公用事业企业、每个地区电力传输运营商（RTO）和/或每个州和县都有其特殊性。因此，早期发展阶段的风险比较高，这通常促使公用事业与太阳能开发商合作，或在商业上确定项目可行之后考虑收购该项目。公用事业必须获得正确评估这些新的太阳能技术的能力。

建立新的容量规划能力 – 随着越来越度多可再生能源加入电网，特别是越来越多的发电能力由第三方提供，发电和电网容量规划正变得日益复杂。组织必须现实地评估自身能力。例如，建立发电量预测能力，说明太阳能、天气影响和相关的客户采用率，这预计将形成一系列新的技能。执行动态配电系统建模和量化可再生能源的经济影响都是比较困难的任務。无论太阳能发电设备位于何处，都需要这些新能力的帮助。

调整定价模式 - 随着越来越多的可再生电力加入到电网之中，定价也变得日益复杂。许多州正在审核过去用于补偿客户的净计量电价。在大多数情况下，评估净计量电价会导致客户付款减少，从而使太阳能资源收益也随之下降。电价补贴通常用于刺激增长，但有效利用这一政策需要提供适当的市场信号，因为太阳能投资的回报期预计为 5 至 10 年甚至更长。自 2006 年以来，德国的民用电价格上涨了 47%，而针对住宅太阳能的电价补贴却出现了下降。²³ 例如，鼓励业主使用存储装置，从而能够积攒和使用更多自有设备产生的可再生能源。公用事业必须对价格进行评估，通过净计量电价和电价补贴来给予能源销售公平的补偿，避免设定错误的初始客户期望值，防止消费者出现抵触情绪。

重新评估客户互动实践 - 无论接受与否，今天的公用事业都处在全新的个性化世界当中。过去，公用事业只需关注平均等级和价格分组；而现在，差异化的服务可以让客户根据实实在在的服务差异或成本效益，做出简单的选择，所以组织必须要思考如何在这样的新形势下继续发展。为了成功吸引新的太阳能客户，公用事业必须提供具有差异化优势的新服务。我们的调研描述了两个截然不同的客户群体，每个群体对安装服务、保修、融资和品牌知名度等主题感兴趣的程度各不相同。公用事业需要了解并有效利用客户群，掌握从太阳能技术中产生的知识，力争成为值得信赖的太阳能技术咨询顾问。客户明确地希望通过公用事业来了解更多有关太阳能技术的信息。这是利用新的电表数据增进客户了解以及为他们推荐成本节省选项的绝佳机会。但是，培养内部知识和开展培训同样十分必要，这样有助于清晰地阐明替代方案或提供支持太阳能发电的能效选项。

评估核心业务模式 - 太阳能带来的影响已然显现，并将在未来几年内继续发展；其对公用事业业务模式的影响因国家或地区、区域和监管影响而异。公用事业无法投资于未来电力系统的所有方面，因此必须有选择地与他人合作。例如，我们的客户调研清楚地表明，客户更倾向于选择第三方供应商的太阳能安装服务，而公用事业的偏好也很明显。公用事业需要对自己希望参与可再生能源市场的程度进行评估，找到合适的可再生能源商机以及潜在合作伙伴。

业务重组很大程度上依赖于业务模式的选择。公用事业是选择不加干涉的方法，让第三方去开拓所发现的专业市场；还是积极发展自己的太阳能发电能力，与客户需求保持一致？可再生能源的影响程度是否已经让公用事业考虑退出电力供应，正如在欧洲所经历的那样？发展太阳能技术需要哪些新业务流程和技能？对太阳能的商业价值进行切合实际的评估，根据监管预期进行调整，将有助于推动公用事业建立最终的业务结构。最终，确定组织的可再生能源价值定位并制定相应行动方案。

重要问题

- 您认为太阳能发电的增长将会对贵公司产生怎样的潜在影响？
- 贵公司采用怎样的太阳能业务战略？
- 贵公司如何预测太阳能发电量增长产生的影响？
- 贵公司认为外部客户对于太阳能技术的期望如何？
- 必须利用哪些新数据来帮助实现这些关键目标并满足业务需求？

合作者

Stephen Ballou、Angela Finley、Nitin Girotra、Anthony Marshall、Kathleen Martin 和 Jim Phillips

鸣谢

作者感谢以下同仁提供的大力支持：
Cheryl Linder、Mark Moskovitz 和 Francis Puglise。

作者

Stephen Callahan 是能源与公用事业行业全球战略副总裁，IBM 行业学会成员。在 30 多年的行业管理和咨询职业生涯中，他主要领导业务和技术战略的制定，实施了涉及输配电以及客户运营、财务、网络、智能电网等领域的复杂流程和系统。他的联系方式为 stephen.j.callahan@us.ibm.com

James Strapp 是能源与公用事业行业全球解决方案副总裁，IBM 行业学会成员。James 在电力行业咨询领域拥有 20 多年的丰富经验。他一直工作在北美和欧洲行业重组领域的最前沿，并与全球各地客户开展广泛合作。他的专业领域包括全球电力公用事业市场、智能电表、竞争性电力市场、移动和运营战略。他的联系方式为 james.strapp@ca.ibm.com

Jeffrey Davis 是 IBM 商业价值研究院的能源与公用事业主管。在结束公用事业高管层的职业生涯之前，Jeffrey 在多家公用事业工作了 22 年。在过去 10 年，Jeffrey 一直为 IBM 工作，从事众多公用事业项目，主要是输配电相关项目（例如智能电表、需求响应、移动、GIS 和变电站维护）。他的联系方式为 jeffreydavis@us.ibm.com

更多信息

欲获取 IBM 研究报告的完整目录，或者订阅我们的每月新闻稿，请访问：ibm.com/iibv。

从应用商店下载免费“IBM IBV”应用，即可在手机或平板电脑上访问 IBM 商业价值研究院执行报告。

访问 IBM 商业价值研究院中国网站，免费下载研究报告：
<http://www-935.ibm.com/services/cn/gbs/ibv/>

选对合作伙伴，驾驭多变的世界

在 IBM，我们积极与客户协作，运用业务洞察和先进的研究方法与技术，帮助他们在瞬息万变的商业环境中保持独特的竞争优势。

IBM 商业价值研究院

IBM 商业价值研究院隶属于 IBM 全球企业咨询服务部，致力于为全球高级业务主管就公共和私营领域的关键问题提供基于事实的战略洞察。

备注和参考资料

- 1 “Protecting environment tops public concerns in poll.” China Daily. May 16, 2014. http://www.chinadaily.com.cn/china/2014-05/16/content_17511326.htm
- 2 “Shaping our energy future:How the UK public feels about renewable energy.” Climate Exchange. http://www.climateexchange.org.uk/files/9913/7655/7802/Shaping_our_Energy_Future_-_How_the_public_feels_about_renewable_energy.pdf
- 3 “Environmental benefits of solar.” Solar City. <http://www.solarcity.com/residential/benefits-of-solar-energy>
- 4 “Solar industry data.” SEIA. <http://www.seia.org/research-resources/solar-industry-data>
- 5 “2015 Solar Market Snapshot.” Smart Electric Power Alliance. July 21, 2016. <https://www.solarelectricpower.org/about-sepa/sepa-news/press-releases/sepa-issues-2015-solar-market-snapshot.aspx>
- 6 “Spring 2016 sample price list for Roof-mounted Residential Solar PV systems”.Dovetail Solar and Wind.2016. <http://www.dovetailsolar.com/Solar-Electric/Pricing-for-Solar-Electric-Systems.aspx>
- 7 “With Policies as Key Drivers, Rooftop Solar Growth Is Poised to Accelerate.” Kevin Steinberger.March 2, 2016. <https://www.nrdc.org/experts/kevin-steinberger/policies-key-drivers-rooftop-solar-growth-poised-accelerate>
- 8 Ibid.
- 9 IBM Distributed Energy Survey 2016.
- 10 “Solar Energy Payback Time (Charts).” Cleantechnia.December 26, 2013. <https://cleantechnia.com/2013/12/26/solar-energy-payback-time-charts/>
- 11 “Photovoltaics Report.” Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems.October 20, 2016. <https://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/photovoltaics-report-in-englischer-sprache.pdf>
- 12 IBM Distributed Energy Survey 2016.
- 13 Ibid.
- 14 Ibid.
- 15 Ibid.
- 16 Ibid.

- 17 “Voltage Control in Distribution Systems with High Level PV-Penetration – Improving Absorption Capacity for PV Systems by Reactive Power Supply.” Fraunhofer. http://www.energiesystemtechnik.iwes.fraunhofer.de/de/presse-infothek/publikationen/uebersicht/2010/voltage_control_indistributionsystemswithhighlevelpv-penetration.html
- 18 Durkay, Jocelyn. “State Renewable Portfolio Standards and Goals.” The National Council of State Legislatures. July 27, 2016. <http://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx>
- 19 “Utility Shift:Examining New York’s Vision for Distributed Service Platform Providers.” Greentech Media. March 5, 2015. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/Utility-Shift-Examining-New-Yorks-Distributed-Service-Platform-Provider-V>
- 20 “Flexitricity Pushes the Envelope in Growing UK Demand Response Market.” Greentech Media. Oct 18, 2012. <http://www.greentechmedia.com/articles/read/flexitricity-pushes-the-envelope-in-growing-uk-demand-response-market>
- 21 IBM Institute for Business Value analysis, based on publicly available information.
- 22 “Predicting Solar Power Production:Irradiance Forecasting Models, Applications and Future Prospects.” March 2014. <http://www.sepower.org/media/144099/sepa-forecastreport-2014.pdf>
- 23 “GTM:Germany’s C&I energy storage market still lags behind residential.” Utility Dive. August 23, 2016. <http://www.utilitydive.com/news/gtm-germanys-ci-energy-storage-market-still-lags-behind-residential/424908/>

© Copyright IBM Corporation 2016

Route 100
Somers, NY 10589
美国出品
2016 年 12 月

IBM、IBM 徽标和 ibm.com 是 International Business Machines Corporation 在世界各地司法辖区的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的注册商标。Web 站点 www.ibm.com/legal/copytrade.shtml 上的“Copyright and trademark information”部分中包含了 IBM 商标的最新列表。

本文档是首次发布日期之版本，IBM 可能会随时对其进行更改。IBM 并不一定在开展业务的所有国家或地区提供所有产品或服务。

本文档内的信息“按现状”提供，不附有任何种类的（无论是明示的还是默示的）保证，包括有关适销性、适用于某种特定用途的任何保证以及非侵权的任何保证或条件。IBM 产品根据其所属协议的条款和条件获得保证。

本报告的目的仅为提供通用指南。它并不旨在代替详尽的研究或专业判断依据。由于使用本出版物对任何组织或个人所造成的损失，IBM 概不负责。

本报告中使用的数据可能源自第三方，IBM 并不独立核实、验证或审计此类数据。此类数据的使用结果均“按现状”提供，IBM 不作出任何明示或默示的声明或保证。

国际商业机器中国有限公司
北京市朝阳区北四环中路 27 号
盘古大观写字楼 25 层
邮编：100101

