

未来，消费侧将出现一个繁荣的综合能源服务市场，企业级“能+碳”管理的专业化、市场化、数字化水平将大幅度提升。

# 能源数字化转型亟待破圈

文 / 俞庆

碳中和视角下，能源、互联网企业如何携手破圈？电力行业在向新型电力系统升级的过程中，该如何实现数字化转型？

随着“双碳”目标的提出和逐步推进，能源系统将面临整体性的巨大改变，甚至是重构。这种重构将表现在三个方面：一是技术模式重构，会形成多元互动的新型电力系统；二是产业关系重构，将涌现出大量的产消者、第三方服务商；三是商业模式重构，需求方从采购设备、能源，逐步变成购买服务或者订制服务。

如果我们把电力物理系统的不确定性增加，用热力学的“熵”来类比，那么未来碳中和背景下的电力系统，“熵”可能会增加一个数量级。而数字

化则是对冲这一热力学熵增的最佳手段，因为数字化所带来的有序性，是信息熵的减少，也就是负熵。如果我们把能源系统的数字化水平提升一个数量级，那么信息熵可以对冲物理系统的熵，可以使能源系统处于稳态可持续的状态。

因此，数字化的重要性，不仅仅是简单地建设数字化平台或者链接物联网设备，而是融合了“测量—管理—分析—优化”的一种整体的信息化手段。

新型电力系统和能源数字化转型，需要的是一种演化思维、协调思维，而不是一种分解思维、控制思维。

面对开放、海量、混沌、演化的能源系统，传统能源企业原有的自上而下、逐步精化的管理模式和系统建设模

式，可能会失效。

## 能源数字化格局：三横四纵

数字化转型包括两个方面，一是数字化，二是转型。二者的组合带来不同的语境：是转型成为一家数字化企业？还是企业转型过程中发挥数字化的价值？抑或是企业生产业务创新的数字化？

在能源的不同环节、不同的发展阶段，数字化的内涵是完全不同的。

能源数字化是一个宽泛的业务概念，在横向产业环节上，包括“能源生产数字化”“能源输配数字化”“用能数字化”三个环节。而在数字化的纵向来看，包括了四个层级：数字化连接、数字化业务、数字化流程、数字化生



新型电力系统和能源数字化转型，需要的是一种演化思维、协调思维，而不是一种分解思维、控制思维。

态。

数字化连接，即实现广泛的设备物联，采集和监测能源系统的数据。数字化业务，把系统运行管理的人员和流程都在线化，比如智能运维。数字化流程，即系统上有设备的数据，也有人的数据，然后基于数据分析发现新的服务机会和价值，实现数据驱动的业务。数字化生态，即通过大量场景化的数据驱动服务和流程驱动服务，构建价值网络，形成生态化的合作模式。

目前大量的能源数字化仅仅停留在数字化连接上，仅一部分实现了数字化业务，真正意义上的数据驱动业务还在不断探索之中。比如，在电网侧的数字

化连接方面，需要涵盖的业务包括从静态数据，到运行数据，再到控制数据，最后是状态数据。同时，各条块的数字化水平差异巨大，在每个环节，数字化的深度和颗粒度也都不一样。比如，从颗粒度看，数字化需要从输电网的高压侧主设备，逐步细化到末端的台区低压设备、线路等。

在电网侧数字化流程信息化方面，电网企业构建了营销管理、生产管理、调度管理、人财物管理等几大系统，并且从总部到基层实现了纵向贯通。但是在流程信息化的横向贯通方面，始终存在巨大的阻碍，比如营配业务的贯通、生产调度的贯通。

在能源使用这个环节，绝大多数的能源消费并未实现数字化连接，连最基本的台账和运行数据都严重匮乏，基本属于数字化的空白区域。

## 能源数字化价值：两手抓

实现碳中和其实需要从三个层级发力：在宏观层面是指国家级的目标、政策、指标、制度，属于顶层设计；在中观层面是指落实到相关业务管理部门，比如国家发改委，形成具体的推动和落地措施；在微观层面，是指具体的企业，比如能源生产企业、能源网络企业、能源消费端的各个企业，如何构建一个以“双碳”为目标的产业生态，并形成具体的措施。

目前在微观层面，很多企业并不知道自己需要做什么，或者把碳中和简单理解为“投资绿电”，这其实是对碳中和作为国家未来发展的重要政策所产生的巨大影响不了解、不理解所引起的。

实际上，碳中和包含“两只手”——供给侧和需求侧。

供给侧主要是各类能源企业的转型发展，实现能源生产的低碳化、能源输配系统的灵活化。能源生产环节的碳排放虽然是占比第一的，但也只占到我国碳排放的45%。

需求侧主要包括工业、建筑和交通等部门。需求侧实现碳中和，其实与“综合能源服务”是一体两面的关系，比如在工业领域，除了分布式光伏、分布式储能以外，更多的生产过程的脱碳技术，都或多或少与综合能源服务有关，比如企业节能、能源管理、氢能利用、微电网、电能替代等。

能源数字化的价值，在双碳+新型电力系统的背景下，出现了明显的“价值跃迁”现象。一是安全价值，以电网侧为例，一开始能源数字化的价值，更多的是安全价值，比如变电站实现了无人值班、远程遥控、自动化，以数字化的手段提高了安全稳定性。二是管理价值，比如使得作业流程透明化，降低了管理成本，优化了管理效率。三是绿色价值，比如通过光伏功率预测，合理安排电网运行方式，使得弃光率下降，更多地实现减碳。

应该看到，在能源生产和输配环节，数字化的价值基本处于“开环”运行状态，也就是价值发现—价值生产—价值实现的过程，是弱关联，甚至是无关联的。

过去在对生产和输配环节，数字化的价值更多的是安全价值和管理价值，这些价值本身并不通过数字化实现，而是在企业内部更大的价值网络里实现。比如某个软件管理功能，提高了工作效率，使得企业的人力成本下降，最后体现在财务报表上。因此就数字化闭环来说，对这个价值过程的参与度有限，是一个开环的过程。

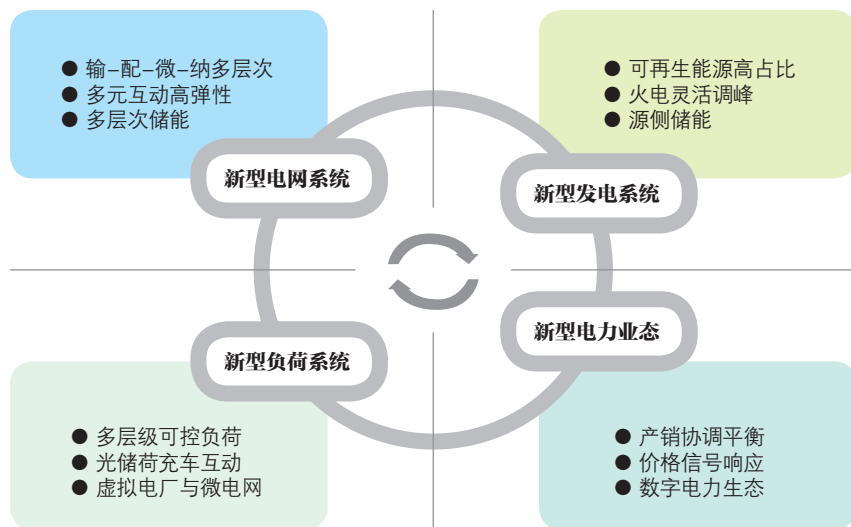
但是在未来的“新型电力系统”中，数字化闭环本身就是价值闭环的过程。所以未来数字化的融合深度、价值变现等也将出现巨大的差异。

## 能源消费：线上线下协同

在能源消费环节，比如企业级的用电用能领域，需要先完成对能源的计量、分析和管理，然后才能厘清企业碳排放的现状、目标、路径。由此可见，

能源数字化发挥作用的前提是，企业构建了“精益化”的能源管理流程，有人，有设备，有数据，有方法，有管理。

## “双碳”目标下新型电力系统的新变化



>> 资料来源：作者提供

能源消费与碳中和是一体两面的事情。

对每一家企业来说，碳中和是其社会责任的一部分，碳中和不能被简单理解为“搞点节能，投点光伏，实在不行做点碳交易”。

对企业来说，碳中和是目标，需要构建起以碳排放为维度的一整套管理体系，这样才能真正落实双碳目标。目前的突出问题在于，企业缺乏相应的管理体系。

管理体系和流程的缺失，是企业能源管理、碳管理的最大的盲区。政府每年补贴不少费用，帮助企业建立能耗在线监测系统，但是就我们的观察而言，绝大多数这类项目都是失败的。因为能耗在线监测系统是一个管理工具，需要内嵌在管理流程的闭环里，才能发挥真正的价值，但好的工具到了企业那里往往没人重视、使用和维护，最后沦为摆设。

所以，碳管理对企业来说不是单独

存在的，而是需要内嵌于企业能源管理体系中。

在“双碳”目标的达成过程中，能源数字化将发挥巨大的作用，但是能否发挥作用也是有前提的，即企业构建了“精益化”的能源管理流程，有人、有设备、有数据、有方法、有管理。

而且这个数字化的价值实现是完整闭环的，需要从帮助企业建立初级的能源计量体系开始，到进行能源数据诊断评估、发现不合理的用能环节、发现低碳投资的机会，再到碳目标、碳路径、碳指标的落地，通过“能+碳”的“紧耦合”协同，最终帮助企业实现碳中和。


需要看到的是，要实现数字化闭环和价值闭环的相互内嵌，仅仅靠数字化本身是远远不够的。数字化是IT，价值实现更多要依靠OT（运营技术）。而且随着碳管理和能源管理专业化水平的

提升，绝大多数企业不具备自身OT的能力，所以才会带来综合能源服务的巨大机会。

这就类似于“互联网+打车”模式，光有互联网的IT不够（就是一个App），光有线下的出租车也不够（那就是传统的扫马路式出租车），而是要实现IT+OT的有机融合。当企业自身不具备专业的OT能力的时候，随着自身管理意识的增强，以及外部碳监管、碳考核压力的增加，企业会越来越倾向于将“能+碳”的OT业务外包，形成了数字化综合能源的第三方服务。这也是传统能源企业转型的最大战略方向。

未来，产业发展重心从上游向下游移动，消费侧将出现一个繁荣的综合能源服务市场，企业级“能+碳”管理的专业化、市场化、数字化水平将大幅度提升。

随着数字化水平的提升，能源消费侧将跨越数字化的鸿沟，逐步与生产侧、输配侧的数字化拉平，整体能源系统的数字化水平将提高一个数量级，并且以此来对冲能源物理系统的热力学熵增，实现能源系统的绿色可持续发展，并实现“双碳”目标。

商业历史上，跨界创新和转型不利的案例数不胜数。面对时代的巨变，传统能源企业需要点自我革命的心态，更需要开阔的视野和有效的方法。相对而言，眼花缭乱的口号不重要——谁还记得，在互联网时代落寞的IBM公司，1998年就提出了“电子商务”的潮流口号？

（作者系电力市场专家，杭州数元电力科技有限公司董事长）