

Digitalization & Energy

执行摘要

Chinese translation



Digitalization & Energy

执行摘要

Chinese translation

国际能源署

国际能源署是一个自治机构，创立于1974年11月。其在过去和现在都具有两重使命：通过对石油供应的实际中断做出集体响应来促进其成员国的能源安全；为其29个成员国及其他国家提供确保可靠、廉价的清洁能源供应方法的权威研究和分析。国际能源署在其成员国之间开展全面的能源合作计划，每个成员国都有义务持有相当于其90天净进口的石油库存。国际能源署的目标是：

- 确保成员国获得可靠、充足的各种形式能源供应；特别是，在石油供应中断时要通过维持有效的应急响应能力来实现。
- 促进在全球范围内推动经济增长和环境保护的可持续能源政策，尤其是要减少导致气候变化的温室气体的排放。
- 通过采集和分析能源数据改善国际市场的透明度。
- 支持全球能源技术协作，保障未来能源供应并减轻其环境影响，包括通过改善能源效率以及开发和推广低碳技术。
- 通过和非成员国、产业界、国际组织及其他利益相关者进行接触和对话找到全球能源挑战的解决方案。

国际能源署的成员国包括：

澳大利亚
奥地利
比利时
加拿大
捷克
丹麦
爱沙尼亚
芬兰
法国
德国
希腊
匈牙利
爱尔兰
意大利
日本
韩国
卢森堡
荷兰
新西兰
挪威
波兰
葡萄牙
斯洛伐克
西班牙
瑞典
瑞士
土耳其
英国
美国



**International
Energy Agency**
Secure
Sustainable
Together

© OECD/IEA, 2017

International Energy Agency
Website: www.iea.org

请注意本出版物在使用和分发时有具体限制。相关条款请参照：

www.iea.org/t&c/

欧洲委员会也参与了国际能源署的工作。

未来数十年内，依靠数字技术的进步，世界各地的能源系统将更加紧密相连，更加智能、高效、可靠和可持续。目前在数据、解析学（analytics）和连通性等方面令人瞩目的进步使得一系列新的数字应用，如智能家电、共享出行和 3D 打印等技术纷纷成为现实。未来的数字化能源系统将能够识别能源需求方，并在正确的时间以最低的成本将能源输送至正确的位置。不过，想要万事如意其实并不简单。

得益于数字化技术，能源系统的安全性、生产力、可及性和可持续性都在持续提高。但是，数字化也带来了新的安全和隐私风险。我们的市场、企业和就业都在随之而改变。新的商业模式正在兴起，同时，一些百年老店式的旧模式也正在退出商业舞台。

政策制定者、企业高管和其他利益相关者们往往需要运用不完备的信息来作出新的复杂决策。而能源系统通常建立在大型、长期的基础设施和资产上，且极富动态发展的特性，这为决策带来了更大挑战。

本报告旨在为决策者清楚展现数字化对能源的意义——揭示能源数字化巨大的潜力和最紧迫的挑战。这是国际能源署（IEA）首次就数字化如何重塑能源行业作出的全面描述。同时也是为未来工作所做的铺垫。

数字化：能源新纪元？

能源部门是数字技术应用的先驱。在 20 世纪 70 年代，电力公司最先试水数字化，利用新兴技术提升电网管理和运行。石油和天然气公司则一直使用数字技术来对勘探和生产资产进行建模。

最近的技术进步和发展趋势着实令人惊讶。数据正以指数速度增长——互联网流量仅用了五年就增长了两倍。现在的移动服务订户比全球人口总数还多。

科技的进步，成本的下降，以及无处不在的连接，正在打开能源生产和消费新模式的大门。数字化具有构建互联能源系统新架构的潜力，包括打破传统的需求和供应边界。

这些数字化巨大进展的影响及其在能源领域的迅速部署应用，提出了一个根本性问题，即我们是否处于能源数字化新时代的风口浪尖，如果是，那么新兴的趋势是什么。本报告试图回答这些问题。

所有能源需求部门都感受到了这种影响

随着潜在的变革性技术如自动驾驶汽车、智能家居系统和机器学习等的广泛应用，数字技术已被大范围推广至能源终端使用领域。虽然这些技术可以提高效率，但部分技术也可能诱发回弹效应，从而增加能源的整体消耗水平。

在**交通**领域，汽车、卡车、飞机、轮船、火车及其配套设施都在变得更加智能化，其连通性越来越强，安全性和效率也日益提高。数字化的最大影响可能产生在公路运输领域，这一领域的连通性和自动化（以及进一步的电气化）可能会极大地改变其机动性。同时，数字化对能源使用的总体净影响很大程度上还不确定。从长远来看，在通过自动驾驶和拼车提高效率的最佳情况下，能源消耗可能比当前水平减半。相反，如果效率提高没有成为现实，自动驾驶带来的回弹效应将导致人们更多地驾车出行，那么能源消耗可能会增加一倍以上。

在**建筑物**中，我们的分析表明，数字化可以通过使用实时数据来提高运营效率，从而将能源使用减少 10% 左右。基于过去的经验，智能恒温控制器可以预测住户的行为，并使用实时天气预报来更好地预测供暖和制冷需求。智能照明技术不仅可以随时随地提供照明，发光二极管（LED）中还可以设置连接到其他系统的传感器，例如，帮助定制供暖和制冷服务。

在**工业**上，很多公司都有使用数字技术来提高安全性和增加产量的悠久历史。通过先进的过程控制，以及通过耦合智能传感器和数据解析来预测设备故障，可以进一步节省成本。3D 打印、机器学习和互联互通可能会产生更大的影响。例如，3D 打印可以使飞机更轻，减少飞机的建造材料和飞行燃料。

能源供应商将获得更高的生产率并改善安全性

石油和天然气行业长期以来一直使用数字技术（特别是在上游），同时，进一步提高运营效率的数字化潜力还很大。数字技术的广泛使用可以使生产成本降低 10% 到 20%，包括通过先进的地震数据处理，传感器的使用和增强的油藏建模。在全球范围内，技术上可开采的油气资源可以提高 5% 左右，页岩气预计涨幅最大。

在**煤炭**行业，数字技术越来越多地被用于地质建模、流程优化、自动化、预测性维护以及改善工人的健康和安全。具体的例子包括在控制室操作的无人驾驶卡车和远程设备。然而，数字化对煤炭行业的整体影响可能比其他领域更为温和。

在**电力**行业，我们的分析表明，数字化有每年节省约 800 亿美元的潜力，大约占全年发电成本的 5%。这可以通过降低运营和维护成本，提高发电厂和电网效率，减少意外停电和故障时间，延长资产的使用寿命来实现。其中一个例子就是使用无人机以较低成本监测数千公里崎岖地形上的输电线路。

数字互联系统可以从根本上改变电力市场

数字化转型的最大潜力是它能够打破能源部门之间的界限，提高灵活性并实现整个系统的整合。电力部门是这一转型的核心，数字化正在模糊发电和消费之间的区别，并实现四个相互关联的机会：

- **“智能需求响应”**可以为电力系统提供 185 千兆瓦（GW）的灵活性，大致相当于澳大利亚和意大利目前的装机容量之和。这可以省下原本需要的 2700 亿美元新建电力基础设施投资。仅在居民领域，就可以有 10 亿户家庭和 110 亿智能家电活跃参与互联电力系统，使得这些家庭和设备改变从电网中获取电力的方式。
- 数字化可以通过使电网更好地将能源需求与光照和起风时段相匹配，从而**消纳波动性可再生能源**。仅在欧盟，新增储能和数字化需求响应可以在 2040 年将太阳能光伏（PV）和风能的弃光弃风率从 7%减少到 1.6%，从而在 2040 年减少 3000 万吨的二氧化碳排放。
- 推出**电动汽车智能充电技术**有助于将充电行为转移到电力需求低而供应充足的时段。这将为电网提供更大的灵活性，同时在 2016 年到 2040 年之间节省 1000 亿到 2800 亿美元的投资，避免投资新的电力基础设施。
- 通过创造更好的激励措施，使生产者更容易储存和向电网出售富余电力，数字化可以促进诸如家用太阳能光伏板和储能装置之类的**分布式能源**发展。区块链等新工具可以帮助促进本地能源社区内的点对点电力交易。

数字技术的直接能源消耗

所有可能带来这些潜在好处的数字技术自身也使用能源。随着数十亿的新设备在未来几年内相互连接，它们将在推动数据中心和网络服务需求的增长及其能源消耗的同时，推升电力需求。然而，能源效率的持续提高可能会在未来五年基本抑制住数据中心和网络的总体能源需求增长。

全球数据中心 2014 年耗电约 194 太瓦时（TWh），约占总需求的 1%。虽然预计到 2020 年数据中心的工作负荷将增加两倍，但由于效率持续提升，预计相关能源消耗仅增长 3%。

构成数字世界骨干的数据网络 2015 年耗电约 185 太瓦时（TWh），占全球总需求的 1%，其中移动网络约占三分之二。取决于未来的能效趋势，到 2021 年，数据网络的电力消耗可能会增加 70%或下降 15%。这一大幅度变化范围突出了政策在提高效率增幅方面的关键作用。

对数字技术未来五年之后的能源需求进行可靠的评估非常困难。从长远来看，直接的能源使用将继续是数据需求增长与效率持续提高之间的博弈。

建立数字化防御，为不可避免的网络攻击做好准备

虽然数字化可以带来很多好处，但也会使能源系统更易受到网络攻击。迄今为止，已报道的网络攻击对能源系统造成的破坏相对较小。但是，组织网络攻击越来越容易，其成本也越来越低。而且，物联网（IoT）的发展正在增加能源系统中潜在的“网络攻击面”。

完全防范网络攻击是不可能的，但是如果国家和企业做好充分准备，其危害将会受到限制。建立全系统的防御，有赖于所有参与者和利益相关者是否能第一时间意识到风险。增强数字化防御还需要推进技术研发，并纳入政策和市场框架中。

国际方面的努力还可以帮助政府、企业和其他机构建立数字化防御能力。这将涉及到各类组织，每个组织贡献自己的比较优势，包括分享最佳实践和政策，以及帮助将数字化防御纳入能源政策制定的主流。

管理隐私问题和对就业的影响

隐私和数据所有权也是消费者关心的主要问题，尤其是在更详细的数据被从越来越多的联网设备收集的时代。例如，智能电表收集的家庭能源使用数据可以用来判断某人何时在家，何时淋浴或煮茶。同时，汇总和匿名的个人能源使用数据可以提高对能源系统的了解，如负荷曲线，并有助于降低个人消费者的成本。政策制定者需要在保护隐私与其他目标如推动创新和公用事业的运营需求之间做出平衡。

数字化也在影响各类能源部门的工作和技能，改变工作模式和工作任务。一些领域新的就业机会因此诞生，而另一些领域的就业机会因此减少。能源领域的政策制定者应该在更广泛的政府层面评估这些影响及其应对策略。

政府的政策设计至关重要

政策和市场设计对于将数字化增强型能源系统引向高效、安全、易接入和可持续的发展之路至关重要。例如，数字化可以帮助解决 11 亿缺电人口的供电问题。新的数字工具可以促进可持续性，这包括检测温室气体排放的卫星技术和追踪邻近地区空气污染的技术。

电子数据获取可及性的改善有利于更为及时和复杂的能源数据的收集和发布，而政策制定过程也将因此而受益。新兴的低成本数字化工具，例如在线登记系统、网络数据采集和快速响应码，可以带来更具针对性和应对性的政策制度环境。

虽然没有简单的路线图来展示日益数字化能源世界的未来面貌，但国际能源署建议政府可以制定十个有备无患的政策：

- 使员工掌握数字化专业知识。
- 确保适当获取及时、稳健和可验证数据。
- 政策制定需足够灵活以适应新技术和新发展。
- 通过包括“边干边学”型试点项目进行实验。
- 参与关于数字化的更广泛的机构间讨论。
- 关注更广泛的整体系统效益。
- 监测数字化对整体能源需求的能源影响。
- 通过设计将数字化防御纳入研究、开发和产品制造。
- 提供一个公平的竞争环境，让各类公司更好地竞争和服务于消费者。
- 取长补短，包括研究正面案例，以及学习更多的警示故事。

Online bookshop

www.iea.org/books



PDF versions at 20% discount

E-mail: books@iea.org

Global Gas
Security
series

Energy
Technology
Perspectives
series

World
Energy
Outlook
series

Energy
Policies
of IEA
Countries
series

World
Energy
Investment
series

Energy
Statistics
series

Oil

Energy
Policies
Beyond IEA
Countries
series

Gas

Coal

Renewable
Energy

Energy
Efficiency

Market
Report
Series

此执行摘要原文用英语发表。虽然国际能源署尽力确保中文译 忠实于英文原文，但仍难免略有差异。此中文译文仅供参考。

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication. Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA/OECD possible corrigenda on: www.oecd.org/about/publishing/corrigenda.htm

IEA Publications

International Energy Agency

Website: www.iea.org

Contact information: www.iea.org/about/contact

Typset in France by IEA - December 2017

Cover design: IEA; Photo credits: © Getty Images

Digitalization & Energy

数字技术无处不在，影响着我们的生活、工作、旅行和娱乐的方式。数字化正在帮助提高全球能源系统的安全性、生产率、可及性和可持续性。但同时也会带来了新的安全和隐私风险，并搅动了市场、企业和就业者。

Digitalization & Energy 是国际能源署首次全面描述数字化将如何改变全球能源系统。本报告考察了数字技术对能源需求部门的影响，着眼于能源供应商如何使用数字化工具改善运营，探索数字化帮助建立高度互联的能源体系的转型潜力。

本报告旨在为政府和行业决策者更清晰揭示数字化和能源的关联，展现其巨大的潜力和最紧迫的挑战。同时也提出了有备无患的建议，帮助引导世界走向更安全、更可持续、更智慧的能源未来。