

数字能源网络： 物联网和智能电网

要点综述

受到新法规、新的市场结构和新能源的影响，智能电网专为应对发电、配电、电力管理和电力使用方式的重大变化而构建。能源生产在现代民主国家中的重要作用使得这一挑战变得尤为严峻。确保能源的可持续发展是政治、经济和社会的当务之急。

在当前和未来技术发展的鼎力支持下，智能电网将更好地帮助电力企业满足不断增长的需求，提高供电的可靠性和质量，改进能源效率并将低碳能源整合到电网中。

本文从行业标准角度探讨了智能电网的开发环境，以及互联互通的新智能电网如何被视为物联网的良好典范。

瞬息万变的环境

智能电网可被视为应对能源市场中各种重大挑战的手段。

1. 不断上涨的批发价格

欧盟委员会（EC）预计，2010至2020年电力价格将上涨31%¹，全球能源需求到2030年将翻一番。²此外，电网系统运营商还面临着最大限度减少‘能源贫困’的政治和社会压力，以及建设新厂以应对峰值需求激增的限制，因此必须设法使其老化的现有基础架构发挥更大作用。

2. 法规

一系列越来越严格的法规将进一步增加成本。欧盟能源效率指令中的‘到2020年减少20%’等要求正在增加合规成本。不那么直接但同样重要的是排放交易计划，这一计划使几乎没有套期保值空间的公用设施在中期到长期的时间内面对不断波动的碳价格。

3. 市场结构

法规也正在改变市场本身的结构。越来越多的国家正在向解除管制的能源市场

C. Donitzky

能源行业解决方案
英特尔 EMEA 地区架构师

O. Roos

能源业务发展
英特尔 EMEA 地区经理

S. Sauty

英特尔 EMEA 地区智能电网架构师

目录

要点综述.....	1
瞬息万变的环境.....	1
1. 不断上涨的批发价格.....	1
2. 法规.....	1
3. 市场结构.....	1
电网转型.....	2
1. 可再生能源的影响.....	2
2. 生产消费者现象.....	2
3. 碎片化.....	2
4. 互联.....	2
智能电网：物联网的实际应用.....	2
技术计划.....	2
1. 安全性.....	4
2. 通信.....	5
3. 分析.....	5
4. 可管理性.....	5
智能电网的实际应用.....	6
发电.....	6
输电.....	6
配电.....	6
分布式能源（DER）.....	7
客户现场.....	7
结论：智能电网中的英特尔技术.....	7

过渡，引入一个更有竞争力的环境。与此同时，能源市场和电信市场的拆分正在使新的企业进入公用事业领域，包括电信提供商、互联网服务提供商和软件公司。

市场对于制定关键绩效指标（KPI）和定义电网总体拥有成本的越发关注反映了这些变化。

电网转型

随着低碳技术的采用引导着能源系统从需求驱动型转变为供应依赖型，模拟电网已经发生演变。

1. 可再生能源的影响

太阳能、热电联供（CHP）、陆上和海上风力发电、水力发电和生物质能正在增加其大规模发电和较小规模的分布式发电的份额。国际能源署（IEA）表示，到2050年，太阳能可能将成为电力的主要来源，其中太阳能光伏（PV）系统的发电量将占全球电力的16%，太阳能热力发电（STE）将占11%。³

这种不可预测的间歇供电需求的增长正在打乱谨慎调整的供需关系，给如今的用电限制和需求响应能力带来了压力。间歇供电需求的增长也意味着，某些电网区域在一天中特定时间所吸收的可再生能源发电量大于其实际消耗量。⁴

2. 生产消费者现象

电网系统运营商和公用事业企业正在失去其能源生产的垄断地位。生产消费者是住宅、商业或工业级的传统消费者，他们也发电，挑战着从发电者到消费者的旧单向关系。无论是使用太阳能电池板给一个家庭供暖，还是使用商业风电场给整个超市供电，生产消费者都在创造一个由出于经济动机的实体组成的金字塔，这些实体运营或拥有一个包含发电负荷甚至能量存储的电力系统。

3. 碎片化

因此，传统的整体电网正在变为一系列互联系统，包括超高压超级电网和超低压微电网和微微电网。随着电动车和混合动力车增添新的间歇存储容量，电网的边缘变得更加难以预测，甚至移动化。

4. 互联

这种联合性和灵活性更强的电网结构将在欧洲未来愿景中扮演重要角色，在该愿景中，一种完全互联的基础架构将推动泛大陆能源市场。

智能电网：物联网的实际应用

如果市场条件推动了智能电网的发展，那么技术发展使它成为可能。从根本上说，智能电网是一种通过数字化控制、监控和通信能力增强的发电、输电和配电网络。除了提供实时、双向的电力流之外，智能电网还支持自动化的双向信息流。因此，

电力链中的所有利益相关方（从发电厂到商业、工业和住宅用户）可以深入了解电流和输电基础架构。

为了给现有基础架构增加智能特性，需要战略性部署新的数字设备和装置，以补充现有设备。这种新的数字设备层能够将可称为‘功耗互联网’中的所有资产联系起来，但实际上是物联网（IoT）实际应用的一个实例。

物联网的构建方式是将网络连接整合到各种厂房、设备和装置，连接智能网络中的这些设备，并使用数据分析从设备中提取有价值、切实可行的洞察。在智能电网中，这意味着在整个基础架构中分配计算智能。这包括风力涡轮机叶片中控制其斜度、旋转和功能以实时响应风力条件变化的嵌入式传感器，以及快速响应事件并最大限度缩短与网络干扰相关的生产停机时间的变电站控制系统，这两种情况都无需人工干预。

Daikin Applied* 是全球最大的空调、供暖、通风和制冷公司。通过利用预先验证、灵活、采用开放式计算的英特尔网关解决方案为商用 HVAC 设备创建一个完整的端到端系统，该公司正在利用物联网的强大功能。通过部署集成智能网关，Daikin Applied 可以专注于为客户快速实施差异化的增值服务，如实时机组性能、远程诊断、监控和控制、高级能源管理和第三方内容集成。

然而，物联网的真正价值在于它能够使无关联的现有基础架构中的数据发挥价值，并使用数据分析从这些数据中提取洞察和信息。收集关于电力供应链每个环节的数据后，系统运营商可以使用强大的分析、仿真模型和假设场景更准确地预测从电网状态到天气条件的各种因素。

与预测分析相关的可能性和从被动运营到主动运营的转变是智能电网最典型、最重要的特性之一。它可帮助电力公司和电网系统运营商：

- **降低资本支出。**通过智能电网，可更准确地匹配整个电网的供应和需求。公用事业企业可以避免不必要的发电容量，满足高峰需求，并确保最高效的分配路径，从而最大限度降低传输成本并确保最佳资产运营。

- **管理需求。**借助对消费模式的精细了解和更高的预测能力，企业可以实施更多的节能计划，包括需求响应、时段使用费和动态定价。这可帮助平衡供需，最大限度减少过度配置基本负载或峰值负载所导致的浪费。
- **提高可再生能源能力。**能源结构中可纳入更多的陆上和海上可再生能源发电。公用事业企业能够更有效地响应大规模可再生能源电厂的间歇性问题和较小规模的分布式发电，同时仍确保供应安全。
- **降低维护成本。**了解各种发电、输电和配电资产的活动可帮助企业执行远程故障诊断，最大限度减少现场访问，提高预测维护能力，从而更高效地提



供技术支持，使工程团队专注于最重要的领域。

- **遵守法规。**通过更多地使用可再生能源发电，支持更高效的发电、输电和配电以及帮助更高效地用电，数字技术可帮助电力和公用事业企业满足法规要求，降低碳排放量。在欧盟，这包括在 2020 年前将碳排放量降至比 1990 年低 20% 的水平，在 2030 年前将其降至比 1990 年低 54-68% 的水平，以及在 2050 年前将其降至比 2020 年低近 100% 的水平。
- **增强客户参与。**由于越来越需要在解除管制的市场中竞争并满足特定监管市场的节能目标，电力企业可以利用洞察来准确地了解客户的使用模式，从而提供更有针对性、更有竞争力的产品和服务。

技术计划

随着电网从模拟向数字转变，几乎每一个设备和设备部件都需要内置、安全且互联的智能特性。此外还需要对支持性的云和网络基础架构进行增强，以保护数据，管理设备并执行数据分析。

若要实现智能电网的承诺，必须满足四大技术标准。

1. 安全性

安全性是关键：如果不具备安全性，智能电网将和所有数据网络一样，无法正常工作。电网是需要提供保护以防范网络威胁的重要目标。作为一个大型分布式和互联系统，智能电网提供了一个非常大的攻击面。对关键元件的任何成功攻击都会危害电网安全，导致整个系统断电。

因此，端到端安全性是有效的数字能源基础架构的主要起始条件之一。每个智能电

网子系统及其相关资产以及从这些资产中获得的数据都需要特定的安全功能和解决方案。保护变电站的解决方案与保护需求响应或保护个人数据或运营智能的解决方案不一样。

保护智能电网所需的网络安全技术和最佳实践包括：防病毒、防火墙、入侵防御系统、网络安全设计，深度防护和系统强化。

此外，应对更复杂的高级持续性威胁（APT）需要先进的网络安全技术，包括安全信息和事件管理（SIEM）系统、应用白名单和嵌入在处理器级别的安全功能等。

英特尔® 提供一系列来自英特尔、Wind River* 和 McAfee* 的技术，在硬件、嵌入式操作系统和安全软件中加入了安全层，可确保智能电网中的端到端安全性。英特尔® 可信执行技术（英特尔® TXT）将全新的安全功能集成到处理器、芯片组和其它平台组件中。这些基于硬件、流氓软件无法更改的安全特性在安全的分区中运行关键任务应用，保护关键的平台数据并阻止恶意软件启动。此外，McAfee 数据交换层（DXL）提供实时环境共享和协调，以及适用于智能电网等大规模扩展网络的集体威胁智能和自适应威胁防御技术。



2. 通信

和任何其他数据网络一样，智能电网的最终成功取决于各个设备和系统安全、可靠地互联并相互共享信息的能力。

在智能电网中，通信分为两类：在相对封闭的环境（如家庭局域网或工业园区网络）中传输数据所需的协议；从外部将数据传输回中心位置所需的协议。这将涉及各种协议，包括 2G、3G、LTE、LTN 和 WAN，并需要专业电信服务提供商、硬件和软件公司的参与。

这需要基于开放行业标准的通用框架，以便电网系统运营商无需将其电网生态系统与一家公司的解决方案相关联便可确保可互操作的连接性。来自 SGAM 和 ETSI 联合工作组的一份报告概述了在 SGAM 确定的领域和特定情况下使用的各种标准。⁵

物联网为企业提供了一个真正转变自身的巨大机会，帮助他们使无关联的现有基础架构中的数据发挥价值。然而，开放的互操作性标准和通用的架构对于将传统设备连接到数据中心和云以及可帮助实现其优势的端到端分析至关重要。AT&T*、Cisco*、GE*、IBM* 和英特尔已经形成了工业网络联盟（IIC）。该联盟是一家成员开放的非营利性组织，将带头建立各种工业环境中的互操作性，打造一个联系更为紧密的世界。



3. 分析

电网中可收集各种洞察，包括可提高维护计划效率的实时运营可见性和分析，以及可实现更精准发电计划和负载平衡的预测分析。从这些数百万个数据点中获取切实可行的信息需要分析。

在能源生产中，可再生能源电厂可使用计算密集型仿真模型来更好地预测能源需求，考虑天气条件并优化容量。例如，分析风型可表明可能的发电量，也能说明高风速何时能完全切断发电。这些信息可用来解决间歇性问题并减少旋转备用。同样，分析可帮助配电服务运营商（DSO）、输电服务运营商（TSO）和垂直整合的公用事业企业实时优化变电站的供电电压和相机，从而提高能源效率。

随着电网的复杂性不断增加，公用事业运营商将需要分布在电网中的智能代理来作出直接影响运营效率的实时决策。这

种分布式智能及其支持的机器对机器通信对于提高未来智能电网的能力至关重要。

英特尔® 至强™ E7 v2 产品系列提供最先进的内存分析能力，支持您收集实时洞察，使数据更有价值。通过使用分析，能源企业可在几秒内挖掘隐藏洞察，快速作出决策，更好地平衡供需。为了帮助企业充分发挥其大数据投资的价值，英特尔还提供了英特尔® 数据平台。英特尔数据平台是一个基于开源技术的软件套件，旨在帮助企业更轻松从大数据中获得重要见解，更快速地作出决策。

4. 可管理性

有了延伸数千公里的智能电网基础架构、最终用户场所的各种设备（包括巨大的涡轮机和智能电表等）以及涵盖各种软件和硬件类型的技术，设备和通信的可管理性是打造成功智能电网的第四个关键要素。

可管理性涵盖三大领域：设备、软件 and 安全性，并且可以一直延伸到管理现场员工的移动电脑和平板电脑的升级和维修上。

远程诊断、控制和维修能力可显著提高设备可用性，提升维护和运营效率，特别是当资产分散在各地或难以访问时（比如在地下、水下或客户驻地）。

数据模型还必须反映出复杂技术和运营挑战的难题。虚拟化执行环境可帮助开发人员隔离不同的工作负载，运行多个操作系统并防止它们之间互相干扰，从而保护数百万行计算代码并提高控制系统可靠性。

最后，使用内建到计算系统中的基于硬件的安全特性可创造一个可信执行环境，这个环境中只能添加经过验证的软件，以防止黑客在控制网络中执行恶意软件。

智能电网的实际应用

SGAM 标准型号确定了智能电网的五大关键领域。下文确定了每个领域中一些更立竿见影的优势。

发电

维持资产最佳运营 是一项持续挑战。派遣技术人员进行推测性维修 不仅成本高昂，而且效率低下。而在确定故障（但不一定找出了故障位置）后派遣维修团队可减少不必要的时间输出。当发电机的位置较为偏远或不易接近时，问题更加复杂，比如海上发电。

通过在发电点添加智能特性以及了解发电点附近和全球的需求，电力供应商可制定



最佳发电计划。机器内的传感器可监控设备状态和执行危险任务的工程师的健康状况。它们可在发生故障、事故或异常时向技术人员发送实时警报，而远程控制管理系统支持快速解决特定故障，无需派遣技术人员。

如果技术人员需要前往现场，基于位置的服务可使用多个传感器提供的信息来确定机器内发生故障的准确位置。持续的设备监控可实现从计划维护到预测维护的转变。这可带来显著的成本优势，加强资产管理计划并延长资产的生命周期。

输电

在电流可见性很高的输电领域，采用智能电网是为了最大限度减少运营损失。由于有成千上万公里的线缆需要监控，智能传感器实时确定异常、故障和中断原因的能力是一个显著优势。通过将信息发送至中央位置，运营商可快速作出响应，这在

配电领域至关重要。传感器甚至可用于引导无人驾驶飞机，从而实现完全自动化的维护监控。这是对目前部署的昂贵直升机的重大提升。

此外，实时可见性可最大限度减少高压直流输电线路的损失，帮助运营商了解天气对电缆的影响，例如防止电缆下垂和导致的任何容量损失。

配电

与输电领域相比，配电领域中等电压电平的可见性相对较高，这是由于有效利用了 SCADA 系统来确保能源供应。但低电压电平的透明度却下降至接近零。远程维护和监控仍相对少见，因而导致对于配电最后一环的资产和活动的实时状态缺少了解。由于间歇电流的增加，资产恶化也在加速，而日趋老龄化的劳动力正在消耗可用的运营经验。

凭借智能电网，可对二次变电站进行远程监控和管理，因为与主变电站的更高互联性可提高配电网的稳定性。对于 DSO，智能电网的吸引力在于它能够为智能现场员工提供支持。运营和维护人员可以成为高度互联的资产智能团队，并在位于市中心的专家与处理各种重要或不常见任务的现场工作人员之间建起一座桥梁。远程承包商可以使用加固的笔记本电脑和平板电脑来实时访问中央 ERP、GIS 和资产管理系统、技术手册和通过增强现实技术增强的教学视频。

英特尔正在与 Westfalen Weser Energie* 进行合作，为其变电站构建一个智能监控系统。在 100 个二次变电站中，有 2 个变电站配备了传感器、边缘分析、网络安全和通信。两个变电站均配备了用于测量中低压、电流、环境数据和中压短路指标以及实时传输这些数据的仪器。这些数据由基于英特尔® 酷睿® i5 处理器的工业电脑进行分析。标题统计数据将发送至控制中心，从而支持 Westfalen Weser Energie 响应发电需求变化。

分布式能源 (DER)

除了负载平衡挑战之外，不同分布式发电来源的供应变化给现有的输电和配电资产带来了不太适宜的条件。它还延长了配电网，增加了最后一环的复杂性，并提高了损失容量的可能性。

可互操作的智能电网支持从分布式发电装置集群建立虚拟电厂 (VPP)，并支持它们从中央控制设施运行。借助预测分析、安全通信和有效控制，虚拟电厂可在短时间内提供高峰负荷用电或负载感知发电，从而补充现有的传统发电。通过负载转移，它们还可以提供比传统发电的碳效率更高的稳定基荷。

客户现场

SGAM/ ETSI 模型中的最后一个领域是客户现场。这里有两个主题。第一个是通过极为精细地了解消费模式和成本，鼓励用户降低能耗、节省成本并减少碳排放量。第二个是电网系统运营商培养通过自动化需求响应系统更好地响应用电波动的能力。

这两个主题都需要更好地了解客户行为和要求，并需要预测用电量。例如，通过使用区域需求响应系统 (DRS)，公用事业

企业可以开启动态定价模式，鼓励制造商采用有益的消费模式，帮助平衡负载、消除高峰用量并稳定电网，同时降低自身成本。

动态定价和需求响应是电力公司与其传统客户和数量不断增加的生产消费者之间建立新关系的核心原则。

英特尔提供基于 Intel® Quark®、凌动® 和酷睿® 技术的智能化安全网关。这些网关提供预验证、符合行业标准的集成软硬件堆栈，可在工厂中用来连接传统设备。这使得优化制造流程中的工作效率成为可能，同时降低能耗和成本。



结论：智能电网中的英特尔技术

发电技术正处于转型期。它已经不再是单纯的工程问题，而是越来越多地涉及到围绕信息和通信技术构建的基础架构。为了推动这一转型，设备制造商正在部署英特尔® 技术来满足能源基础架构许多方面的计算要求，包括能源生产、分配和使用监控系统。通过利用英特尔的技术领先优势、质量承诺和批量制造能力，能源

行业能够以最快速、最经济高效的方式开发安全的智能电网基础架构。

英特尔为公用事业企业、电网系统运营商和 OEM 提供了必要的计算能力以及随着系统发展演变在多个平台上重复使用软件的重要能力。由于英特尔架构符合各种软硬件提供商的要求，并且特定标准是智能

电网发展的核心，基于英特尔架构的网络不会局限于特定厂商。选择仍在电网运营商的手中，并且也应如此。

如欲了解有关英特尔® 和智能电网的更多信息，请访问：

<http://www.intel.com/content/www/us/en/energy/energy-overview.html>

¹ http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/doc/trends_to_2050_update_2013.pdf

² 国际能源机构，“技术路线图：智能电网”，http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/smartgrids_roadmap.pdf (2011)

³ 国际能源机构，技术路线图：太阳能光伏发电。2014 http://www.iea.org/media/freepublications/technologyroadmaps/solar/TechnologyRoadmapSolarPhotovoltaicEnergy_2014edition.pdf

⁴ 国际能源机构，技术路线图：智能电网。2011 http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/smartgrids_roadmap.pdf

⁵ CEN-CENELEC-ETSI 智能电网协调组：智能电网参考架构。2012 年 11 月。

英特尔公司 © 2014 年版权所有。所有权利保留。

英特尔、英特尔标识、Atom、凌动、Core、酷睿、Quark、Xeon 和至强是英特尔在美国和/或其他国家的商标。

* 其他的名称和品牌可能是其他所有者的资产。

