

智慧电力案例集

华为电力数字化军团

2026年 第一版



扫码了解更多



HUAWEI

智慧电力案例集

2026年第1版

商标声明

HUAWEI, HUAWEI, 是华为技术有限公司商标或者注册商标, 在本手册中以及本手册描述的产品中, 出现的其它商标, 产品名称, 服务名称以及公司名称, 由其各自的所有人拥有。

免责声明

本手册可能含有预测信息, 包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素, 可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此, 本手册信息仅供参考, 不构成任何要约或承诺, 华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息, 恕不另行通知。

版权所有© 华为技术有限公司 2026。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。



华为电力数字化解决方案赋能新型电力系统

新型电力系统正面临着能源结构绿色化、电网调控柔性化、用电模式互动化、广泛分布在源网荷侧的储能协同互动和复杂的电-碳交易体系的挑战，而数字化、智慧化正是应对这五大挑战的关键技术手段。

华为致力于成为全球电力行业数字化转型的优选伙伴，坚持平台+生态战略，将ICT技术、电力数字平台与行业实践经验深度融合，基于“场景应用 + 云管边管端”的多层次体系打造电力解决方案体系，助力电力企业实现安全、高效、绿色、创新的转型升级，实现可持续发展。目前，华为已与全球近200家电力企业深度合作，联合生态伙伴共同打造了超过40个场景化解决方案，为全球能源转型及实现碳中和目标铺设一条数字之路。



智慧电力架构图



采用“场景应用 + 云管边管端”的多层次体系，打造开放的，可演进的体系性的数字化架构。对业务场景数字化实现“北向五使能”，支撑业界能力快速为业务所用，提升业务数字化效率；面向云边业务高效实时互动，提出“南向四协同”，通过应用协同、数据协同、运维协同、智能协同，提升效率、降低成本，支撑软件定义业务。构建三层OS（云侧OS、边缘OS、鸿蒙OS），超越“七国八制”，支撑业务数字化带着历史走向未来开放的、可演进的数字化；通信建设以目标通信网架构为牵引，以主网智强、中压融合、低压透明、天地一体为指导原则。



目录

【趋势洞察】

- P01 跃升电力智能化，共创电力新未来 —— 华为公司副总裁、电力数字化军团CEO 孙福友
- P05 通信目标网加持数智化，助力构建新型电力系统 —— 华为公司副总裁、电力数字化军团CEO 孙福友
- P07 AI要持续发挥作用，必须聚焦关键业务场景 —— 华为电力数字化军团副总裁、首席数字化转型官 夏文波

【行业观点】

- P17 国际电工委员会(IEC)主席Jo Cops: 标准是建设低碳电网的关键所在
- P19 IEEE P2413工作组主席Oleg Logvinov: 人与设备，正从被动消费者，转变为主动参与者
- P21 CIGRE前技术委员会主席Marcio: 能源转型时代，配电公司的数字化与现代化
- P23 电力行业信息化标委会副主任王聪生与华为黄峰: AI x 发电，点亮智能世界
- P25 450M联盟执行主席Gösta Kallner与华为李杰: 450 MHz LTE —— 构建数字化通信网络的战略基石

【客户/伙伴对话】

- P27 菲律宾配电公司Meralco Ferdinand Geluz: 规模扩张中兼顾供电可靠、可用与可持续性
- P29 莫桑比克电力公司(EDM) Giovanne Massinga 与 ITU Bert Klaps : fgOTN, 解决电力信号带宽瓶颈
- P31 Moustafa Abdelhady M Shahin博士与华为丁从义: 加速电力未来的发展
- P35 华海智汇副总裁田丁与华为梁霄: 华为电力数字化军团如何携手伙伴推动全球能源绿色低碳转型

主办: 华为电力数字化军团
出品人: 孙福友
顾问: 周豪杰
主编: 李杰、丁从义
执行主编: 陈雪婧 潘碧仪
特约主编: 李智鹏
编委: 曾建国、卜世、黄欢欢、卢春雨、马凯、檀江鸿、向中远、许若斌、李明锋、张朝婵
校正: 林佳湧
视觉指导: 周耘
编辑部地址: 广州市白云区松南路60号华为广东区域总部A8栋10层

智慧电力案例集
2026年1月第一次出版
内部资料，免费交流

【成功案例】

| 配用电 |

- P37 国网湖北电力携手华为，星河AI融合SASE解决方案护航全球首例5G短切片专网
- P41 国网陕西电力携手华为与伙伴打造智慧配电网，保障供电服务“最后一公里”
- P45 国网山东省调控中心: 拒绝“盲调”，让分布式光伏可调可控

| 输变电 |

- P49 泰国PEA携手华为，以科技守护万家灯火
- P53 “光动脉”崛起! 海南电网携手华为部署100G OTN传输网络，打造海岛电力通信新标杆
- P57 华为助力泰国MEA打造高可靠电力通信网络
- P61 确保供电安全: IT基础设施升级，助力土耳其Eltemtek输电线路智能巡检

| 发电 |

- P65 中国华电: 智算新能源，逐“绿”追“风”
- P69 AI驱动宁夏智慧电厂建设新风向，织出智慧电厂“安全网”
- P73 智慧电厂升级: 华为FusionCube超融合携手广东粤电惠州大亚湾打造数智化电力新生态

| 电力数字基础设施 |

- P77 华为星河AI融合SASE解决方案，助力尼日利亚EEDC配电局，打造高质量智能安全防护体系
- P81 迪拜水电局DEWA: 打造迪拜电力的数字未来
- P85 南非第三大城市用华为Wi-Fi密盾技术护航电力园区网络安全
- P89 香港电灯有限公司: 打造下一代电力数据中心网络
- P93 华为全光园区解决方案助力柬埔寨达岱水电站建设，加速数字化转型发展
- P97 华为高品质万兆电力园区解决方案，助力墨西哥国家能源控制中心实现智能化联接

| 电力增值服务 |

- P101 印度尼西亚最大电力供应商PLN: 让极致的网络体验走近印度尼西亚的千家万户

跃升电力智能化， 共创电力新未来



© 文 | 华为公司副总裁、电力数字化军团CEO、CIGRE D2中国区主席 孙福友

1. 极致稳定与极致灵活的矛盾统一，成为新型电力系统要解决的首要问题

众所周知，2025年上半年发生了十余起大停电事件，影响了超过12亿人次，系统的极致稳定成为电网企业的头等大事。

中国到2030年新能源总装机将达到30亿千瓦，其中分布式光伏会达到10亿千瓦，电动汽车会达到1.1亿辆，各类调节性负荷会上升到10%左右，需要电力系统极致灵活。

海量新能源并网伴随着强间歇性和波动性，这要求系统必须做出实时、精准的响应。

我们既要“用好电”，也要“电好用”，极致稳定与极致灵活，既矛盾又统一。今天我们在很多领域的探索，已深入无人区，亟需新技术加持和范式创新。

2. 解决矛盾，AI需要沿着三大价值流发挥核心作用

在能源转型的背景下，电力的原理没变，但生产运行模式将发生深刻的变化，数字化、智能化成为刚需。

电能全过程：至2030年，中国风光发电量将超过30%，将进入失稳频发高发区段。AI正从“效率工具”，跃升为“生存要件”。

资产全寿命：全程全域，精准感知，从被动走向主动。

客户全方位：需要全面支撑市场交易，双向互动，主动服务。

AI将沿着这三大价值流，赋能新型电力系统，赋能企业高质量发展。

3. AI+电能全过程：从精准预测到最优求解，重构生产运行模式

面向未来，主网需要更坚强，配网需要更透明和灵活。如在配网侧我们要关心反向重过载；海量分布式光伏功率断崖式骤降而系统无感。

这需要AI体系性发挥作用，如新能源功率预测、负荷预测、调度求解、稳态、暂态计算等场景。

也包括AI加持的市场机制在生产运行中，发挥着越来越重要的作用。如某发电公司1-9月，受电力市场影响，发电量增加3.17%，而收入却减少4.09%；而另一公司，通过AI实现风光储协同，实现风电弃电量下降约9%，储能利用率提升27%，充放电价差同比提升23个百分点。

电力行业的特点是带着历史走向未来，我们同样需要对线损管理、客户满意度等持续进行改进。

4. AI+资产全寿命：从规划建设到运维，全程全域、精准感知

基于电力行业重资产运营的特点，需要从四个方面构筑AI关键能力。

一是预测性维护，面向设备，包括器件级、设备级和系统级。通过系统性引入AI，主动运维，防患于未然，保障设备稳定运行。主动干预资产的全生命周期管理，延缓其性能退化速度，从而延长资产的使用寿命。

二是预防式管理，面向外部影响设备的人和环境，包括环境级（如高温、水侵、雷击、异物入侵等）、操作级（聚焦人在现场的规范和作业要求）和应急级（针对应急事件的预案、演练和应对等）。

三是通过AI保障现场作业安全，实现从事后被动溯源，向事中的主动干预和事前的主动免疫跃迁。

四是在工程管理和抢险救灾方面，快速响应。通过人工智能求解引擎，内嵌业务规则，改变物料、人力、工具割裂管理的局面；提前预警物料延迟和极端天气对工程影响，变被动响应为主动防御。如陕西电力主网“技改大修”年度计划制定从周级降低到分钟级，计划变更从天级降低到分钟级。

另外，我们也看到配网正从单向走向双向，潮流也随之发生变化，这对于配网的规划和建设也亟需AI加持。

5. AI+客户全方位：实时交易，主动服务，双向互动

AI会带来巨大的经济收益，2030年中国新能源发电量预计将超过4.2万亿度，如果AI助力新能源消纳提升2.6个百分点，就相当于三峡大坝一年的发电量。

AI还能助力客户服务从被动走向主动，快速响应、快速解决问题。

如果电力交易走向实时、分钟级，通过市场机制，AI可以助力千家万户参与削峰填谷。

6. 超智融合，云边端协同：每一项业务，每一台设备，都有一个独一无二的AI智能体

展望未来的电力系统，我们将进入一个高度智能化的时代。每一项业务，每一台设备，都将拥有自己专属的AI智能体。

那么，支撑这一切的系统架构是怎样的呢？我认为，其核心可以总结为三点：

第一，“超智融合”的强大内核。将超算的精准计算能力，与智算的智能推理能力深度融合，打造一个统一的算力调度平台。这就好比给电网装上了一个“超级大脑”，它不仅能高效利用资源，更能为电网面临的各类复杂场景，提供最优的算力支撑。

第二，“云边端协同”的敏捷体系。构建云、边、端一体化的智能系统，让关键数据在源头、在离它最近的地方就被快速处理。这相当于赋予了电网敏锐的“神经末梢”，极大地降低延迟，提升响应速度和系统可靠性，同时也为云端减轻了负担。

第三，“全域孪生”的智能体。从台区业务到每一台电力设备，我们都将构建其数字孪生体，深度融合实时数据与智能分析。这意味着，在数字世界里形成一个覆盖电网全要素的“决策闭环”，实现从精准感知、科学研判到自主决策的全面智能化体系。

同时，我们要综合考虑电力系统业务复杂性，需结合业务安全、可靠性、性价比、分区部署、多租户、云边端协同部署等要素。

7. 实时高质量的数据是前提，高可靠的通信网是基石

构建新型电力系统需要创新力、调节力和数字力。

创新力需要AI引领；调节力如抽蓄、构网型储能和可调负荷，需要AI助力；数字力就是指AI已上升为生存要件。

实时高质量的数据是AI发挥作用的前提，高可靠的通信网是实时高质量数据的基石；这需要重新定义场景数字化、重定义通信目标网、重定位网络安全。

8. 实时高质量数据：全量全要素数据联接，本体数字孪生，加速释放数据价值

全量、全要素的实时感知和数据体系，是AI发挥作用的先决条件。

传统的信息化、数字化过程中，各资源控制是由各个单体应用系统提供，分散建设、各单位各自控制、使用范围有限；OT无法完全反映到IT，导致IT的信息只能靠人工录入；指挥员和决策者“看不见、看不清、看不准”，决策信息靠单体系统、电话询问、人工录入等获取，无法精准管控。

在数字孪生过程中，系统性地打通OT和IT之间的链路，为业务提供推演、决策、复盘等支撑手段；有了本体，企业就能解锁真正的智能决策—不再是“人找数据”，而是“数据找人”，本体不是讨论“系统怎样实现”，而是讨论“业务到底怎么运转”，不再只关注数据本身，而是关注数据代表的业务含义，以及这些数据之间的关系。比如销售说“客户签了合同就算收入”，财务说“开了发票才算收入”，那就一起商量出一个双方都认可的“收入确认规则”，比如“预付款到账20%+里程碑验收60%+尾款20%”，而不是非此即彼。

数字化、智能化转型的本质，不是把系统越买越多，而是让数据越用越“聪明”，传统系统集成是把数据从“分散”变成“集中”，而本体是把数据变成“懂业务”，让系统不再是“存数据的仓库”，而是“能对话的智能助手”，加速释放数据价值。

9. 高可靠通信：站在后天看明天，构建AI触手可及的通信目标网

接下来，我讲一下通信。

通信大家都熟悉，但也容易被忽略，没有通信，就没有保护、没有自动化、没有信息化、没有数字化，也就没有AI使能。因此亟需“站在后天看明天，决定今天怎么做”的通信目标网规划。

主网通信是电力系统通信的“大动脉”，需要在全面光纤化的基础上，加强智算通信的能力，以支撑数字孪生和智能化。

中压通信是目前电网通信最薄弱的环节，需要光纤网和无线专线融合，以支撑配电网的弹性组网与分布式能源的灵活接入。

低压通信作为电网的“神经末梢”，需要实现透明化，能

够实时感知全量、全要素运行状态。

随着接入点的倍增，安全会提升到一个新的高度。

目前已发布了通信目标网白皮书，其中强调了“主网智强、中压融合、低压透明、高速安全、天地一体”的20字特征。

10. 机遇与挑战并存：抓住AI的四个关键

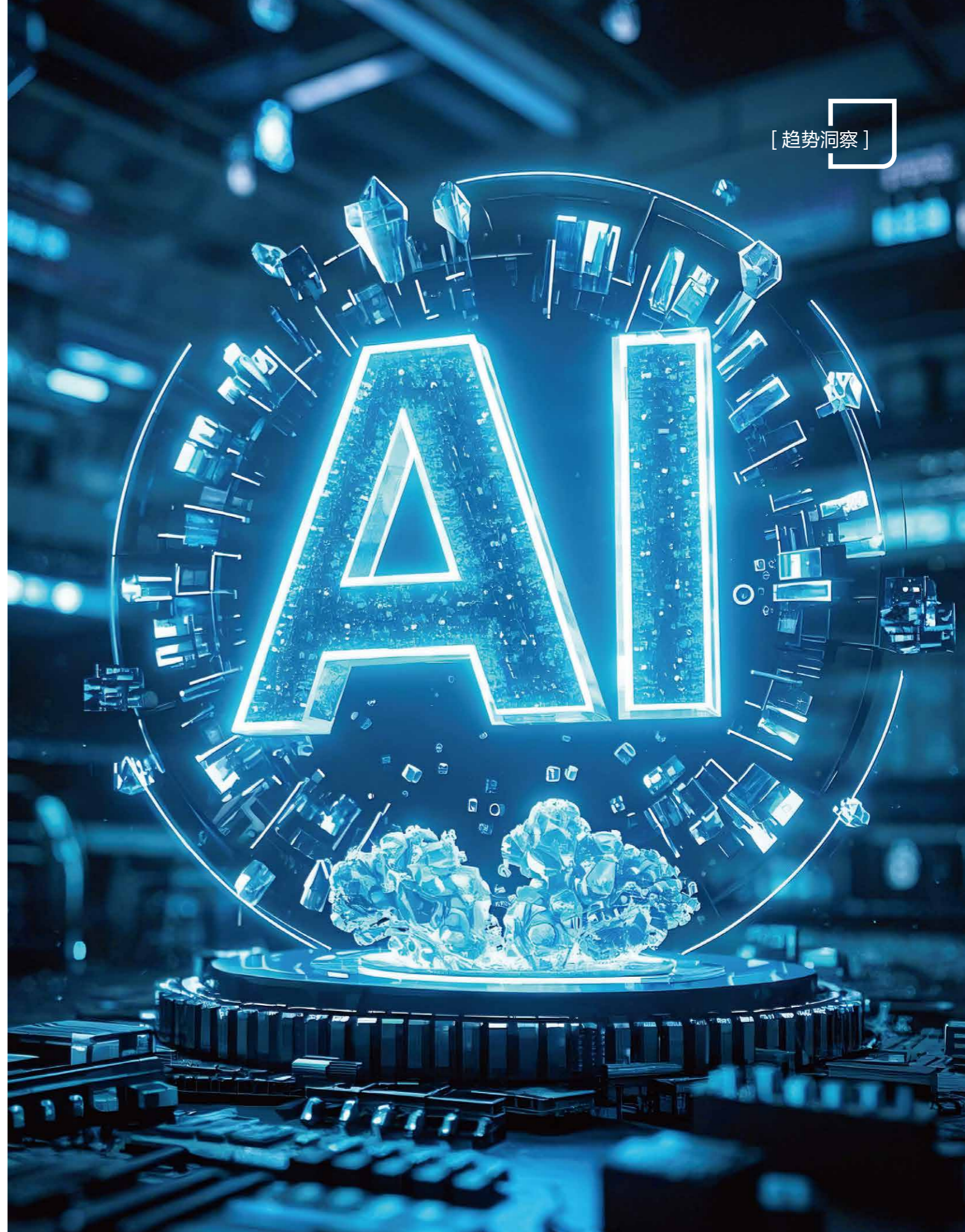
首先谈一下，AI的尽头是电力。AI需要强大的装机和坚强的电网，2030年中国装机超过50亿千瓦，是一个巨大的机遇，有足够的竞争优势。

再谈一下电力的未来是AI。电力的原理没有变化，但生产运行机制将被彻底重构。2030年风光电量占比超过30%，意味着电力系统失稳进入高发频发阶段，传统模式难以为继，我们需要范式创新，AI进入核心生产运行系统。这对我们既是挑战，更是机遇。

接下来谈如何引领AI在电力的发展。AI核心能力要为行业所知、为行业所用，就要对AI当前所处的阶段有一个清晰的认知，AI是一个艰巨的体系化工作，不仅仅是简单的涉及到算力，上面有生产运营系统、模型适配，下面有算子优化、性能调优，且涉及到算力系统、通信系统、存储系统（如HBM）、超节点、云边协同等。

AI要考虑三个关键因素：成体系的AI人才、强大的垂直整合能力和根技术的支撑。同时要考虑两个避免：一是要避免通用计算形成分层解耦的方法论，来指导当前智算的工作，忘记使用AI的初心是解决新型电力系统的挑战；二是要避免结果导向，避免人云亦云式的“为了技术而技术”的空谈；要聚焦解决实际问题，但事物发展是螺旋式上升，相信未来某一天智算同样也会发生去IOE的故事，但不是今天。

最后谈一下促进AI的持续发展，电力有最为复杂的场景和需求，有宏大的市场，需要我们来引领，包含：引领并行计算能力、引领推理能力、引领AI能效比、引领AI系统工程。避免陷入NPU、GPGPU技术细节之争，并为AI进一步发展注入电力要素。▲



通信目标网加持数智化，助力构建新型电力系统

在源荷两端，中国新能源发展取得了世界级的成就，也给电网带来了世界级的挑战。面对新型电力系统的不确定性，数智化加持是核心创新手段，而高效的通信网是电力系统实现信息化-数字化-智能化的关键，否则将成为阻碍新型电力系统建设与发展的瓶颈。

© 文 | 《华为技术》F5G-A专刊，作者华为公司副总裁、电力数字化军团CEO、CIGRE D2中国区主席 孙福友

迈向F5G-A，新型通信目标网四大特征

通信建设要以通信目标网为牵引，站在后天看明天，决定今天做什么，以前瞻视角统筹当下建设，不仅要看当前的问题和挑战，更要着眼于未来五年、十年后的需求。规划通信目标网，需重点考虑业务场景和通信技术，既要场景看技术，也要从技术看场景，在结合中相互促进。

新型电力系统下，通信目标网呈现四大特征：主网智强、中压融合、低压透明、全面覆盖（如图）。主网智强需要考虑包括以“东数西算”为代表的“光跑电不跑”，以边缘计算为代表的“电跑光不跑”，以及结合时空特性解决新能源消纳和削峰填谷等需求。并且，在过往的台风应急中发现，10kV通信网是电网通信目前最薄弱的环节，是典型的“盲区”，这需要体系性规划以光纤+无线专网的通信目标网，实现有线无线全覆盖能力。另外，考虑到海量的分布式光伏接入、充电桩接入、分布式储能接入、用户互动及潜在的负荷侧交易，还需要体系性思考支撑400V低压透明的通信需求。

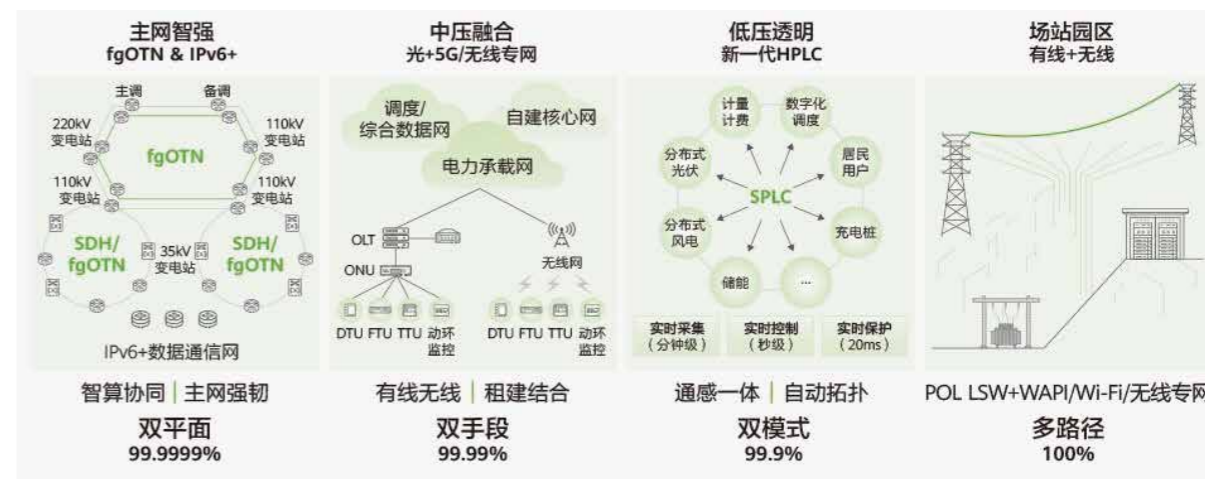
ETSI于2023年底重磅发布了《F5G Advanced代际标准》，电力行业也在沿着F5G Advanced技术路线规划电力通信目标网，目前已取得了规模部署。可以看到，在主网通信方面，国网开展fgOTN试点和商用，莫桑比克EDM

商用fgOTN；在配网中压回传方面，山西等电力公司部署以硬隔离PON为代表技术的光纤网；在低压通信方面，陕西等电力公司则采用算力和物联网联接等技术实现400V透明化。

主网通信：需考虑智算协同和代际演进，全双平面组网，支持99.9999%的可靠性

引入fgOTN平滑替代SDH网络，实现通信网的代际演进。电网有丰富的光纤资源，是解决新型电力系统核心挑战的战略资产。一方面，电力行业智能化的发展，会带来网络联接数量百倍级增长，带宽十倍级增长，和不断提升的网络安全性、可靠性要求。另一方面，SDH的生命周期已近尾声，fgOTN标准已于2023年11月在ITU-T正式发布。fgOTN完美继承了原有SDH的硬管道特性并提供10倍的带宽能力。

主网通信，还需考虑网络可靠性，构建至少“六个9”的网络可靠性，保障确定性入算联接。一方面，在技术制式上，需选择低时延、高安全的联接技术，从技术上保障高可靠；另一方面，需构建“双平面”窗口保障高可靠智算专网，遵循“先建后退”的原则，始终保障存在“双平面”，从架构上保障可靠性。



图：电力通信目标网四大特征

配网中压回传：需要用好光纤和频谱两个战略资产，因地制宜构建光纤无线协同的混合通信网，支持99.99%的可靠性

中压通信是电网最为薄弱的环节，直接关乎电网平衡稳定和极限情况下的基本保障。主网通信可以充分利用现有光纤资源，而对配网10kV回传而言，需要光纤和无线协同来解决。如何以目标网为牵引，构建光纤网、无线专网和无线公网的协同机制和退坡机制？

光纤支撑硬隔离，让各自业务互不干扰，是实现电力网高安全、高可靠的最有效方案，更是面向智能化和数字化发展的最关键战略资产，台区之上“能配尽配”。光纤到台区之后，还可以进一步开展差动保护、RTU/FTU回传，以及数字孪生等业务。过去的数字孪生，需要配置一个专属渲染硬件，而今天，完全可以通过光纤和通用PAD地址相结合，云上渲染，云边协同，光速下发，省钱又实用。

以前，配网对通信和数字化要求不高，出了问题要么切掉，要么切换。如今，配网从单向走向双向，从无源走向有源，对数字化、智能化的依赖越来越深，更加需要可靠的通信网。而且在极端环境下，如果通信无法保障，就容易变成灾上加灾。长期来看，构建电力无线专网是10kV回传的刚需，中压混合要系统性思考光纤网、无线专网，并辅之以无线公网，并按需采取光纤双路由保护、光纤-无线专网保护、光纤-无线公网保护或无线专网-无线公网保护，从而为新型电力系统保驾护航。

低压通信：重新定义400V透明通信网，为“电网平衡稳定，让老百姓满意”提供系统性底层支撑，并按目标网管理，支持99.9%的可靠性

构建新型电力系统的挑战在配网，通信是关键。随着海量分布式新能源和电动汽车等新负荷的广泛接入，配电网的平衡、稳定和安全变成了全新的难题，如反向潮流、设备过载等。这既需要自上而下的调度运行、自下而上的台区自治，也需要围绕400V实现透明化，拉通主配微，让千家万户、千行百业参与。

当前，高速电力线载波（HPLC）技术在400V透明通信领域已经广泛应用，并取得较好的成果。新型电力系统背景下，低压400V要从用电信息采集客户满意度管理，走向源网荷储互动。分布式光伏、分布式储能、海量充电桩、用户互动等都需要把400V载波通信上升到综合通信网，并按目标网管理，构建“三个9”以上的可靠性、秒级互动、通感算一体、拓扑识别的能力，这将对体系性解决400V的挑战发挥关键作用。▲

AI要持续发挥作用， 必须聚焦关键业务场景

新 能源迅猛发展给电网带来了巨大挑战，人工智能突飞猛进，如何用数字化技术反哺电力行业，以应对新型电力系统的挑战？记者就该话题独家采访了华为电力数字化军团副总裁、CTO、首席数字化转型官夏文波。

◎ 文 | 中国电力报，华为电力数字化军团副总裁、首席数字化转型官 夏文波



中能传媒：近三年，华为电力数字化军团一直在强调，在新型电力系统的建设中要将软件与服务的价值显性化，并推出了星火架构和方法论。在“2024华为全球电力峰会”上，聚焦新能源装机容量、分布式新能源大规模并网、电动汽车的发展，华为电力数字化军团发出了“新能源世界级的发展，带来电网世界级的挑战，呼唤电力构建新质生产力”的呐喊。这种主题的切换，原因是什么？

夏文波：主题没有切换，而是视角发生了变化。

以前，我们是站在数字化的角度从技术出发，谈软件与服务、星火架构等。现在是以客户为中心，站在业务的角度，关注客户遇到的现实问题。在解决这些的具体问题时，还是需要通过软件与服务，以及星火架构等技术，来支撑云边协同，最终达到价值体现。

根据行业统计，到2025年，中国新能源总装机预计达到15.3亿千瓦，配网分布式新能源接入将达到3亿千瓦，新能源汽车将达到5000万辆。毫无疑问，这是世界级的发展。但也面临着接入多、调控难；停电多、降损难；互动多、消纳难；资产多、作业难等问题，随机和间歇性的新能源输出、快速增长的电力负荷，都形成了前所未有的世界级挑战。

这使得电力可靠供应和新能源高效利用的难度大幅增加。电力系统需要从“源随荷动”模式向“源网荷储多元智能互动”转变，系统平衡由传统的“确定性发电跟踪不确定负荷”转变为“不确定发电与不确定负荷双向匹配”。

AI加持的世界级创新能解决这样的体系性挑战，而只有体系化的通信才能让AI“触手可及”。AI未来要持续发挥作用，就必须聚焦关键业务场景来解决问题。

所以华为选择并关注发电、调度、输变电、配电、营销等关键场景，并在这些场景中引入数字化和人工智能技术，以弥补差距，即围绕关键场景，解决核心挑战。

中能传媒：立足从业务、经济和技术的角度，华为提出配用电“三本账”的理念。目前，华为能提供怎样的支持？

夏文波：没有价值的数字化和智能化是不可持续的，这里价值指业务、技术、经济“三本账”。越是数字化智能化时代，我们越要强调专业的纵深，但核心的专业能力需要识别出来，进一步分层解耦模块化，按需快速组合。因此，我们强调，要算好“三本账”，支撑快速决策，推动阶段性业务战略落地，助力企业可持续发展。

在算业务账时，以支撑业务战略为目标，我们需要聚焦场景，解决问题，创造价值。在算经济账时，我们要看清直接的投入与产出，也要关注人力资产增值和数据资产增值。算好技术账，以确保数智化走在大致正确的路上，避免方向性错误。最为关键的是，要抓住数字化、智能化价值创造的锚点——软件和服务，扩大投资。

不同区域的配电网面临着不同的挑战，如线损分析、供电可靠性提升、分布式光伏群管群控、充电桩有序充电等。我们根据场景需求，规划通过什么逻辑帮客户解决问题，逻辑成立后，再算投入、回报。

“经济账”即CAPEX+OPEX（资本性支出+运营成本）支撑配网投资决策。在我国，AMI智能电表的平均寿命是8年，我国每年需要更换电表约1亿块。因为安全、质量、流程等要求，换电表时通常是“1个人干3个人看”的作业现状。

而华为在全球每年有22万个项目、140万个类似的作业点，其中有13000多个质量风险点，大概6000个高空作业，4000个带电作业。如何通过AI加持数字化作业，把安全、质量等作业全过程在线上完成，变3个人看为AI替代。

用这个方法，全国每年更换1亿块电表，可减少费用支出

300亿元。释放出来的人力可以满足电力系统不断增长的资产运行，可以更好地保障增加资产的安全，人才也实现了数字化转型升级。

我个人认为，配电网的底子薄，数字化程度提升空间大，原来的手段并不多。新型电力系统下，变化最快的也是配电网。数字化越向末端推进，价值越大。

比如国网陕西省电力有限公司（以下简称“国网陕西电力”）希望配电网柔性化、智能化、数字化转型，实现主配微网多级协同，海量资源聚合互动，多元用户即插即用。

为此，国网陕西电力与华为在2020年开展联合创新，聚焦配电网物联网场景，围绕台区智能融合终端、云编排、柔性开发平台、HPLC双模、人工智能等技术，打造一系列场景化的应用，实现配网从看不见“看得见、管得住、想得到”发展。

其中一个亮眼的创新实践是一收双发。原来配电和营销在低压台区分别配置TTU和集中器，独立采集各专业所需的数据。现在我们使用智能融合终端上的“一收双发”APP，就能在保证原有电表计量信息上送主站的同时，将配电专业关注的要求较高的用户侧电压、电流和停电等非计量信息同时报给物管平台。



在此基础上，国网陕西电力员工还研发了一系列高级应用。如低压用户负荷电压实时监测、停复电实时快速研判、用户漏电流实时监测等。今天，国网陕西电力已经实现台区智能融合终端每15分钟算一次结果，且目前已完成全省13万台公变台区的集中器替换，实现了一台区一终端。

第二个创新实践是新一代HPLC+RF双模载波。试点验证表明，新一代双模能在1~2小时完成低压拓扑的自动识别，准确率达到100%，在采集成功率 and 停电事件上报方面，新一代双模的准确率可以达到99%以上。

在采集性能方面，对300块电表规模的一个低压台区完成一轮采集，单模载波需要15分钟，普通双模需要5分钟，而新一代双模仅用时1分钟。最大的提升点是在拓扑识别方面，新一代双模载波无需增加任何外置设备，仅依靠模块内置算法，就可以做到低压台区变、箱、互关系的自动识别，准确率达到99%以上，这项技术也是业内首创。

下一步，国网陕西电力将继续推进台区自治。AI互动需要统一操作系统，所以电鸿也会演进进去，AI的能力也会沉淀到台区智能融合终端的决策中，那时就能实现从被动到主动的转变。

中能传媒：企业想拥抱数字化，您觉得重要抓手有哪些？

夏文波：抓住新机遇的关键是创新，创新也是解决行业挑战的关键抓手。

通过实地走访交流，我们深深地感受到，电力是一个专业精深的行业，崇尚工程师文化，重视技术创新。技术创新必须坚持场景导向、问题导向，严格用场景驱动创新，用解决问题来驱动创新。这样才能保证我们的创新有价值，而不是浮于表面，通过技术创新来筑牢根基，通过场景创新来跨越鸿沟。

我们坚信只有深入行业场景的田间地头，为电力场景找技术，为技术找场景，才能持续地解决问题、创造价值。

华为倡导以技术和场景化实操化来赋能体系，用赋能体系来培养人才，同时通过持续降低数字化的门槛，让懂电力的行家，也成为懂数字化、AI的专家，来激发电力工程师的创造性。

例如香港某电力公司在参观深圳鸿蒙系统配电房后，就提出了全员数字化岗位的理念，提升员工数字化能力，通过员工不断地发现身边的问题，解决问题。

中能传媒：大模型在国内电力行业的落地情况如何？华为电力数字化军团AI创新发展的成效怎么样？未来方向是什么？

夏文波：我认为，人工智能应用不要纠结大模型还是小模型，关键还是要看投入与产出。例如，我们刚刚讲的深圳配电房、广西低压业扩、陕西AI配网，没上大模型价值也呈现出来了。

相对而言，小模型投资少、见效更快。因此，如果小模型能解决相关问题，即值得投入。我相信未来在很长一段时间，小模型和大模型会并存。

我们有关大模型的最新成功案例是，华为联合中国华电、玖天气发布“基于AI大模型技术的新能源气象功率预测解决方案”。该方案依托盘古气象大模型和云羲微观气象引擎能力，实现新能源精准功率预测。华电江苏灌云风电站预测结果，与传统预测相比，考核运营费用减少27.37%；华电江苏沙沟光伏电站预测结果，与传统预测相比，考核运营费用减少15.1%。

截至目前，华为已经拥有百万级到千亿级参数，可以结合场景选择不同类型的基础大模型和平台组件，灵活调用。

未来，我们会持续聚焦设备巡检、智能问答、电力预测等生产核心场景，分阶段构建电力AI体系化方案。▲





智能世界 2035



码上查看



全球数智化指数(GDII) 2025

智能跃迁：GDII与数智经济未来



码上查看



电力数字化 2030白皮书



码上查看

标准是构建低碳电网的关键所在

标准，人们很少去思考什么是标准，但标准对我们的日常生活无比重要。比如说，我们能够驾驶不同厂商生产的汽车，因为油门和刹车踏板，总是在同一个地方。当我们出行在外的时候，4G和5G信号始终相同，是因为标准的存在。基本上，标准确保了行业拥有共同的代码。

© 国际电工委员会（IEC）主席 Jo Cops | 华为企业沟通部编辑与撰稿主任 JF Tremblay

JF Tremblay: 在电力行业，越来越多的电力都来自可再生能源，包括风力涡轮机、太阳能电池板以及储能电池等。标准化必须在新能源转型的过程中发挥重要作用，标准化角色有多重要，这是我们向国际电工委员会（IEC）主席Jo Cops提出的问题。

Jo Cops: IEC最初创建于1906年，当时设立IEC的目的，都是围绕安全以及互操作性和兼容性的，这些都随着时间的推移而演变。因为技术的不断演化，涉及新的要素和新的领域，IEC的技术工作也随之不断变化。最近，电力行业又在经历变革，我们必须将可持续发展纳入IEC工作范围。可持续发展的重要性不断突出，我们还纳入了可再生能源，增加了风车发电和太阳能光伏发电。所有这些新技术，都会被纳入IEC工作范围。

JF Tremblay: 纳入这些新的可再生能源技术，对您的标准化工作有何影响？

Jo Cops: 对当前的电子技术世界来说，实际上有很多变化。因为有了新的参与者，和新的合作伙伴，我们也尝试邀请他们进行合作。同时我们注意到受众的变化以及IEC专家的变化，这些变化一方面带来各种挑战。对于我们过去这么多年的工作，提供了有趣的新视角和新观念。

JF Tremblay: 过去，电力都是来源于大型发电厂，如大型核电站和火电厂。现在我们经常面临数百个风力涡轮机，可能有几十万个太阳能电池板和电池。我们是否需要不遗余力地建立相关标准，让这些新能源设施高效地协同工作。

Jo Cops: 现在甚至用户也能在家发电。目前最大的挑战是，如何整合这些新能源，如何将新能源并入现有电网。这也在某种程度上，为我们提供了新的机会点。当我们探讨微电网或纳米电网时、当我们研究发展中国家电网不发达的主要原因时就会发现，主要是因为这些技术不可行，输电距离太长等等。因此，我们一直通过IEC全球影响力基金来推动相关工作。至于微电网，我们部署了无数太阳能电板和各种储能电池，但这些都是相互独立的。但在未来，我们希望将这些分散电力设施互连，然后并入各国电网。就像今天在这些国家一样。



JF Tremblay: 传统的大型电力公司在发电方面还是很活跃的，但市场上也出现一些新玩家，华为就是其中之一。这些新玩家正积极参与可再生能源的新电网的建设，电力新玩家该如何更好地参与IEC标准化工作？

Jo Cops: 这个问题问得好。首先我想说我们欢迎各种新伙伴。我们的组织方式是通过国家组织国家委员会开展工作。各国的这些委员会部署和执行IEC在各国层面的活动。我们诚挚邀请所有电力新玩家与各国国家委员会建立联系。国家委员会在他们所在的国家可以引导他们参与IEC技术委员会的活动，这与他们自身利益息息相关。

JF Tremblay: 在世界向新型电网转型的过程中，IEC是否关注各种新兴技术？

Jo Cops: 那肯定的。IEC时刻关注着电力行业的发展。我们也关注到各种新技术以及市场变革。举个例子，当下人工智能非常火，但是AI会影响网络安全。那些极具前景的未来技术都和量子技术有关。这些是真正相关的事情，这些都与IEC合作伙伴利益相关。我们密切关注全球市场动态和各种技术趋势。

JF Tremblay: 一些传统电力公司正在进行数字化转型。在中国，华为参与了国家电网陕西电力公司的一个数字化转型项目，还有很多合作伙伴也参与了这个项目。该项目产生了一个极具创新的解决方案，这种新型解决方案是否会影响到IEC的新标准制定？

Jo Cops: 你提到的这些公司和组织都在积极参与IEC技术委员会工作，这也是他们发挥影响力，将自身经验推向市场的方式，因此这个问题的答案是肯定的。这些公司和组织的经验和教训将会被整合到未来的标准中。▲

人与设备，正从被动消费者 转变为主动参与者

百年历史的单向输电模式正在被彻底颠覆。随着电动汽车、太阳能的爆发式增长，电网正从“单向瀑布”演变为能量自由流动的新型电网。在这个充满不确定性的变革时代，如何在毫秒级响应中平衡千万个分布式电源与负载？如何让电网从被动输电变为主动调度的智能有机体？我们与IEEE P2413工作组主席 Oleg Logvinov进行了探讨，他指出：“传统电网的统计复用模型已濒临崩溃，而华为智慧配电解决方案（IDS）等解决方案的出现，让电网具备了感知毫秒级负载变化、全局协同调度的能力。”

© IoTecha CEO , IEEE P2413工作组主席 Oleg Logvinov

Oleg: 我叫Oleg Logvinov，我担任IoTecha公司的CEO，我们公司致力于为电动汽车提供智能充电服务，将数字技术融入到充电领域。我还担任1901.1、1901.3和2413等高功率电力线标准工作组的主席。我们负责将电力线通信(PLC)和无线技术以及2413等标准相结合，(这些标准) 有助我们将IT架构应用到电网数字化。

主持人: 您认为配电领域最大的痛点是什么？

Oleg: 如果你研究配电网的历史就会发现，配电网诞生于一百多年前。它诞生的时候，单一的电源就基本足以满足各级负荷。而且过去负载是可以预测的，直到近些年，一个家庭中最大的用电负荷是什么？比如空调，这都很容易预测。而如今，我们拥有大量的电动汽车和太阳能装置，发电量和用电负荷都变得高度不可预测。突然之间，电网从过去数百年的“单向瀑布式”模型，变成了一种新型电网，电能可在任何方向点对点流动。来自多样化电力流动的变压器过载风险，如今比电力供应降至负载时的过载风险更为关键。因此，电网必须转型，从而应对这种新的变革性绿色能源，移动负荷和许多其他因素。电网正在向下一代演进。

主持人: 这些挑战对电力公司有哪些具体影响？

Oleg: 最重要的影响是，我们不再能够准确地预测端点的发电量以及负荷。一旦出现云层，太阳能发电就突然降低50%；因为有人回家吃饭时顺便给电动车充电，突然之间就需要从电网中获得10到22千瓦的额外电力。但我们必须记住，正如我之前提到的，电网是多年前产生的，甚至有上百年的历史。而这种可预测负荷的级联特性，使得配电公司安装变压器时，本质上依赖于统计复用。换句话说，变压器的所有负荷都没有满载。当下的世界大为不同，我们可能会面临大大超过统计复用容量的负荷，也会有反向电流。那我们该怎么办，该如何解决这个问题，这是每个电力行业人都面临的挑战。

主持人: ICT解决方案如何加速配电基础设施的数字化和智能化转型？特别是在应对当前电网挑战方面。

Oleg: 答案就是ICT技术，ICT能够根本上实现配电智能化。我们不能控制每一个终端点，我们无法控制连接到电网的每个单一电源，但我们可以在配电网上实现对能源参与者的协同调度。为了实现这样的能源编排调度，我们需要ICT解决方案，华为的智慧配电解决方案（IDS）就是这样一个很好的例子。IDS方案让我们可以感知连接到变压器的高速负载和电源，这一点非常重要。因为我们需要了解电网的健康状况，需要了解电网韧性，还需要了解每个电网节点容量多少，然后我们可以从调度的角度来预测并满足用电需求。至于优化电网调度，需要边缘和云协同工作，这样才能降低时延，实现智能辅助决策，把所有的一切结合在一起，就有了整体解决方案。与其花费数亿欧元重新布线电网，还不如让电网变得更加智能，我们需要把电网变成一个活的有机体。在ICT技术的赋能下实现自我调度编排，并为我们提供丰富的可再生能源全新体验。如今，我们可以广泛地通过太阳能和风能发电并将电能存储在电动车电池中。新能源发电的未来可期。

主持人: 最后，您对整个行业整体有什么概括总结或者想法吗？

Oleg: 我们正在经历一个非常有趣的时代。目前我们实际上正在实现能源民主化，未来每家每户都可以成为微型发电站以及电能存储站。从理论上讲，一个房子的所有能源需求都可以由屋顶太阳能电池板来满足，而这些能量可以储存在车库里的电车电池中。所以从技术上讲，在某个时候，家庭用户可以与主配网完全断开。但实际上电网可以与家庭合作，实现灵活发电和储电。我们需要搭建新的电网，它是点对点的，不再是层层叠加瀑布式的，这样才能更好地实现能源民主和无碳未来。▲



能源转型时代 配电公司的数字化与现代化

当前，配电网面临的挑战主要体现在四个方面：配电公司在能源转型或生态转型中的作用；在极端天气条件下恢复服务的敏捷措施；为新服务对自身进行重新定位，以成为配电系统运营商；为利益相关者、消费者和社会提供更高效的管理和更高的透明度。

© CIGRE前技术委员会主席、CIGRE荣誉会员、IEEE/PES终身会士 Marcio Szechtman

欧洲、中东和北非及拉美地区的现状

在欧洲，根据欧盟行动计划“能源系统数字化”中的数据，大约70%配电领域的巨额投资将被用于利用数字技术实现电网现代化，包括数字孪生、数据交互分析、5G/6G、边缘计算、物联网设备、智能电表和网络安全等技术。在配网现代化和数字化建设举措方面，欧洲电力公司与全球电力公司的意见高度一致。例如，面向未来的架构将以边缘基础设施形式分散化；智能电表数据将会被用于改善电网监测；配网的管理结构将会去中心化；低压感知和数据采集（LV SCADA）平台将会集中化。未来，开放标准也会越来越多，如IEC 61850和IEC 60780 5 104。

我想分享一组有趣的数字来更好地介绍欧洲电力批发市场。2023年欧洲的电力需求下降了3.4%，同时欧洲日前电价为93欧元/兆瓦时。由于可再生能源的大量使用，负电价发生概率增加了12倍，新增的风能和太阳能发电量超过84太瓦时。因此，所有的欧洲电力公司都在经历转型。

关于中东，我想谈谈埃及和约旦。这两个国家有着非常完善的CIGRE国家委员会，我个人对埃及和约旦电力市场也很熟悉。同时我确信迪拜、阿联酋、阿曼和沙特阿拉伯可能都面临着同样的需求和挑战。在埃及，电力公司通过利用政府机构为聚光太阳能市场及其工业应用扩大提供的大量服务、支持和机会，来吸引各类外国投资，同时寻求为配电网所有服务建立统一平台，积极与北非其他国家开展庞大合作计划。在约旦，电力公司侧重点则有所不同：他们侧重于建立新数据中心，实现数据中心与SAP云操作的互通。

拉丁美洲也面临类似挑战。能源（生态）转型，包括其他行业的电气化，可能会对电价产生影响，例如新建数据中心和

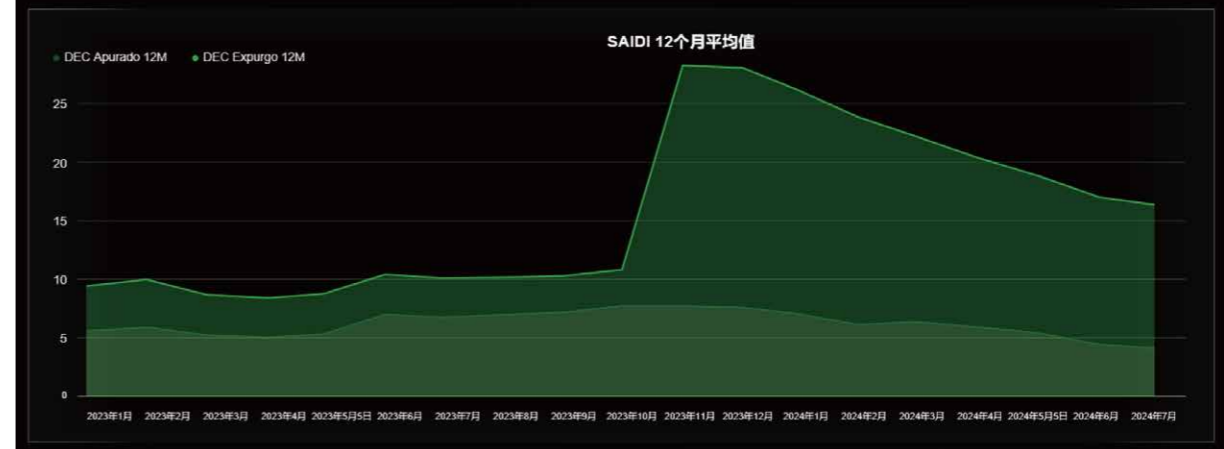
氢负载。拉美地区还有一个特别的问题——许多国家的电价调整都是基于基准模范公司。从经济层面来看，这是一个激进的价格管制机制，每项成本都受到严格的管控。事实上，所有这些模型都是在30多年前的20世纪90年代设计的，那时根本没有碳中和、净零碳、能源转型等概念。因此，电力价格监管机制应该进行现代化改革，以支持配电公司为实现数字化转型和建设更高效、更清洁的电网及使用更多的可再生能源而进行的投资。这些都应该在电价中得到体现，但目前这些因素还没有被考虑进来。简单来说，在拉美地区存在着投资和电价监管的两难选择。

与此同时，在南美洲，由于不确定性和可再生能源的逐步使用，配网的规划和运营变得日益复杂，许多配电企业在分布式光伏上仍然扮演着“被动”角色。系统平均停电持续时间指数（SAIDI）是指每个用户的平均停电持续时长，它与可再生能源渗透率呈正相关。这意味着可再生能源越多，电力供应的可预测性就越低。以美国为例，在可再生能源渗透率较高的州，配电SAIDI高达6小时45分钟。

巴西和墨西哥电力行业亮点

除了SAIDI指数之外，拉美地区另一个讨论的热点就是变压器的逆向功率流。随着分布式光伏的不断部署，变压器中存在潮逆向功率流的问题，需要开发技术方案来解决这些问题。在极端天气条件下保证电力的稳定供应是许多国家和地区电力公司面临的巨大挑战。以下是一个巴西电力公司例子。在这张图中，由于极端天气条件的影响，2023年底，SAIDI从10小时增加到近30小时。上周，这家公司又再次发生了同样的问题。因此，它迫切需要数字化、现代化的解决方案，以可预测、敏捷的形式监测电力系统，从而降低SAIDI。

极端天气事件对巴西某配电公司服务连续性（SAIDI）的影响（12个月平均值）



墨西哥的电力行业也正在类似的改革。他们已经为近4800万用户部署了800多万个智能电表，未来还会继续部署数百万个智能电表。这些智能电表是数字化解决方案的基石，提供能耗实时数据，实现电网的高效管理，减少技术线损和管理损失，并减少能源浪费和更高效地为电网接入可再生能源发电，最终推动全球可持续发展。

技术是应对一切挑战的利刃，也是全球配电公司实现可持续发展和社会公平业绩的关键驱动机制。一方面，我们需要为输配电公司聚合智能服务，使能它们的资产和业务监测以及数据管理/分析，帮助它们更高效地应对极端天气事件，有效降低SAIDI。另一方面，谈到技术进步，我们需要共同推进标准和参考架构建设，如配电物联网（PDIoT）参考架构的标准。此外，更有效地利用光纤通信（如细颗粒光传输网络，简称fgOTN）也有着至关重要的作用，因为除其他要求外，现代电力系统比以往任何时候都需要更高的实时性。

技术是应对一切挑战的利刃，它是全球配电公司实现可持续发展和社会公平业绩的关键驱动机制：

为输配电公司聚合智能服务，使能它们的资产和业务监测以及和数据管理/分析，帮助它们更高效地应对极端天气事件，有效降低SAIDI。

共同推进标准和参考架构建设，如配电物联网（PDIoT）参考架构的标准。此外，更加有效地使用光纤通信（如细颗粒光传输网，简称fgOTN）也有着至关重要的作用。

总而言之，世界各地的配电公司或多或少都面临着以下挑战：提高业务运营效率以降低电价；不断增加的线损，尤其是管理（计费）线损；快速应对极端天气条件以避免长时间停电；以及更加透明的信息系统，从而打造良好的社会形象。电力公司该如何应对这些挑战？我们建议选择数字化解决方案和智能应用，通过创新的技术手段打通内部流程，聚合新的业务并在能源转型中发挥更积极的作用，同时不断发展配电系统运营商（DSO）业务，实现从电力公司向配电服务提供商的转变。▲

AI x 发电 点亮智能世界

© 电力行业信息化标委会副主任 王聪生 | 华为智慧发电军团CEO 黄峰

主持人：从提升效率到保障安全、从绿色低碳到智能发电，人工智能正在成为驱动发电行业转型的核心引擎。今天我和两位嘉宾一起来探讨一下人工智能会为发电行业带来怎样的突破和创新。我们都知道当前能源正在经历一场深刻的变革，首先想要来问一下王聪生老师，您怎么看当前发电行业正在经历的这些变化和我们未来的发展趋势？

王聪生：从我们现在的整个能源发展来看，可再生能源发展比过去几年翻了一番多，所以发电企业在未来的挑战过程当中，要怎么样能够对可再生能源的发展以及我们未来电网平衡的需求做出一个权衡，这里面离不开比如说对风、光、水功率的预测，同时也离不开关键基础设施的预测性防护和智能检修以及对未来整个能源发展的贡献。

主持人：黄总，从ICT的角度来看，您认为当前有哪些变化，人工智能给我们带来了什么样的改变？未来又会有哪些趋势呢？

黄峰：未来的智能世界的核心是物理世界和数字世界高度的融合。我们可以看到在物理世界重要的推动力是我们的能源。那么面向未来，能源电力将是最核心的一个推动力。所以整个能源的转型，能源电力的大力发展是一大趋势。第二个，我们也看到信息技术的蓬勃发展。随着人工智能、大数据、云计算等技术的结合，未来十年新能源的比例可能超过50%，全社会的智能算力的需求可能超过10万倍，智能存储的需求可能增长500倍。在这样的情况下，我们可以看到人工智能将无处不在。所以现在有一句流行的话：“人工智能的尽头是电力 电力的未来是人工智能”。它们是相辅相成的关系。

主持人：结合我们发电行业的实践经验，AI目前主要应用在哪些方面？又会给我们这个行业带来什么样的价值呢？

王聪生：比如说在发电行业的排产、报告的生成，在这方面，实际上我们发电行业已经普遍采用了大语言模型作为一个生成的工具来替代我们的人工劳动。另外一方面，对于可再生能源的波动性、风光的功率预测这些方面，人工智能也是起到很重要的作用。刚才黄峰总所说的在人工智能应用的各个应用场景实际上都离不开人工智能的身影。另外是在设备维修这方面，实际上智能的监盘、智能的两票以及更加智慧的检修计划都是人工智能将来能够发挥的应用场景。

主持人：黄总，从华为的角度来看，ICT如何更好地支撑这些应用场景的落地？

黄峰：我们觉得要支撑好智慧化的应用，基础非常重要。那么整个基础，我们认为有六大核心的要素。首先是数据。数据在电厂里面有大量的分散的数据，它现在是处于数据孤岛的情况，后续我们需要把它建设成数据湖，要打通并形成知识库，通过一系列的数据工程来发挥数据资产的价值；第二点，关于网络。由于电力系统50Hz或60Hz，一个周波大概20ms。对我们电厂的通信的低时延、高可靠、安全性有非常高的要求；第三点就是存力，大量的数据要进行存储。我们在生产系统有大量的热数据，还需要非常高的读写吞吐能力，那么在备份领域它需要一个高安全性，确保即使在被勒索之后我们还有一份清洁的数据可以进行快速的一个恢复。同时我们还需要一个庞大的归档系统，能够将庞大的数据进行一个冷数据的归档；第四点就是大模型，把它训练成我们的场景的模型来真正支撑我们的场景化的应用；第五点，人工智能需要非常澎湃的算力。华为公司无论是通算技术、智算技术，通过集群来为发电提供非常澎湃的智算动力；第六点，非常重要的一点是构建端到端的安全，包括从我们的物理安全到我们的身份认证到网络安全、主机安全、应用安全、数据安全以及运维的安全。所以我们认为只有把这六大要素把它构建好，基础打牢才能够行稳致远。

主持人：接下来我们也可以把时间维度拉长一点，我们发电行业会有什么样的图景呢？

王聪生：未来发电行业实际上无论是从自动化、数字化、智能化都有一个长足的发展。如果我们把它和无人驾驶去比较，我们现在还处在一个L1到L2的跃迁，将来到L3和L4。所以最终实际上我们要实现发电的无人值守、发电的一键启停以及发电的自主决策，这是我们未来憧憬的方向。

主持人：黄峰总，在AI加持下您对未来的发电行业有什么期待和展望？

黄峰：我们认为，未来已来。在发电行业我们认为，比特和瓦特这两种技术要携手同行，使每一度电的产生更加安全、更加可靠、更加高效、更加经济、更加的绿色也更加的清洁，这样共同来点亮未来的智能世界。▲



450 MHz LTE 构建数字化通信网络的战略基石

© 450 M联盟执行主席 Gösta Kallner | 华为电力数字化军团全球MKT与解决方案总裁 李杰 | 华为高级公共经理 Javier Ferrandez

Javier Ferrandez: 当前各行各业都在拥抱数字化转型，而450 MHz凭借其独特优势正逐渐成为智能电网等领域的核心驱动力。今天我们非常荣幸邀请到了两位嘉宾450 MHz联盟主席Gösta Kallner以及华为电力数字化军团Marketing与解决方案总裁李杰，他们将围绕450 MHz如何重塑关键基础设施网络这一话题分享真知灼见。450 MHz曾被视为传统频段，如今却在行业数字化浪潮中重焕生机，请问二位认为这一现象背后的原因是什么？

Gösta Kallner: 我认为450MHz是优先倡导的频段，它总是最先演进的频段。这主要是因为该频段覆盖能力强、支持简单快速的网络部署，让你能够迅速在广阔区域内提供大量服务。对于电力等行业来说，如果你需要快速起步，450MHz正是实现广覆盖的理想选择。同时它还能让网络建设成本更低、架构更稳健，从某种意义上说非常“经济实惠”。我认为这就是450MHz频段历来最核心的优势所在。

李杰: 电力行业在配网侧有三大关键趋势。第一是海量新能源从配网侧接入。以中国为例，到2030年分布式光伏的装机容量预计将达到1000GW。第二，到2030年，电动汽车保有量预计将达到1.1亿辆，相应的充电桩数量约达5500万个，这给配电网带来了巨大的挑战。

第三是数字化和智能化已成为刚需，AI 正从“锦上添花”变为“不可或缺”。如果没有高质量的数据和高可靠的通信网络，一切都无从谈起。电力安全保护、自动化、数字化乃至AI赋能都将成为空话。我们正是依靠无线专网来实现中压电网的可靠数据回传，并支撑对配网侧终端设备的实时控制。我认为450MHz正是解决这一难题的最佳技术方案，因为它是3GPP标准中频率最低的行业频谱，具备广覆盖、大连接、高可靠以及低成本的优势，这一点非常重要。同时，作为3GPP标准，它拥有非常成熟的端到端生态系统。所以我相信450MHz是电力公司实现数字化转型的最佳解决方案。

Javier Ferrandez: 能否结合一些现有的成功实践或典型应用来谈谈？

Gösta Kallner: 450MHz的首次规模化部署正是在奥地利，当时由ArgoNET公司等九家电力企业共同参与，利用该网络承载了从智能电表到多种服务的广泛业务，有效推动了自身的数字化进程。当前450MHz的部署覆盖大半欧洲，并深入拉美和东南亚、北美和非洲市场潜力巨大。可以说，它已成为全球电力行业的共识。

李杰: 首先看国网江苏。从2019到2023年，他们部署大约4000个基站，连接了40多万台终端，配电自动化率成功从17%提升到了60%、电网SAIDI提高了24%、故障恢复时间平均缩短了约2.4小时。这对客户来说意味着巨大的经济效益，节省了大约4亿美元的成本。另一个是菲律宾的案例，当地最大的配电公司Meralco利用eLTE专网替代了之前并存的TETRA、WiMAX和UHF等老旧技术，实现三网合一，构建了高安全、高可靠、低时延的融合网络，很好地支撑了未来业务发展。这里要强调一下，这两个案例用的还不是450 MHz频段，但已经充分体现了无线专网的实际价值。所以我们更加确信，对电力行业来说，获得专属频谱至关重要，而450 MHz 无疑是其中的最佳选择。

Javier Ferrandez: 请问双方未来又打算怎么做，来共同推动450 MHz终端和网络生态的发展，确保投资者能够获益？

李杰: 华为过去一直是ITU-R和3GPP标准组织的重要贡献者，但主要聚焦在B2C领域。现在我们正全力将无线专网推向各行各业。在电力行业，我们与CIGRE深度合作，共同推动无线专网成为行业建网标准，为此我们专门成立了CIGRE D2.62工作组，核心任务就是促进频谱规划，帮助客户更顺利地获得专用频谱。同时我们也和450 MHz联盟积极展开合作。而450 MHz联盟正是整合产业资源最佳平台。

Gösta Kallner: 我认为核心就是大家要齐心协力，共同推进。我们联盟要和电力公司、设备商等各方伙伴携手打磨实际应用，共同壮大生态。这一点非常关键。另外就是要坚定地走标准化路线。这样大家才会有信心，知道设备能好用、耐用，技术路线也会长期持续，不会轻易过时。

Javier Ferrandez: 你们如何看待450 MHz产业的未来？

Gösta Kallner: 该频段已在全球150多个国家成功应用，技术本身也在持续演进。正如之前所说，它是一个全球性标准，自然而然会向前发展。对于电力客户而言，能拥有一个专属频段，无疑是如虎添翼。同时我们看到越来越多的电信运营商和供应商也涌入了市场。他们发现这是一个打开行业市场的绝佳切入点。而且以此为基础，未来还能逐步引入更先进的频谱技术。他们的加入对整个产业的探索和发展来说至关重要。

李杰: 未来已来，一切皆智能。我深信450 MHz专网将赋能电力核心业务实现高度自动化、数字化和智能化。最终，电力系统将变得更加稳定、高效、灵活和可预测。▲



规模扩张中兼顾供电可靠 可用与可持续性

马尼拉电力公司（Meralco）是菲律宾最大的配电公司，特许经营区横跨111个市镇，总面积达9685平方公里，服务覆盖2700万用户。这片仅占菲律宾国土面积3%的区域，贡献了全国50%的经济总量。



© 文 | Power Magazine 马尼拉电力公司（Meralco）高级副总裁兼首席营收官 Ferdinand Geluz

Meralco距今已有122年历史，资产规模达95亿美元。为保障全域供电，公司运营超过2.12万公里输配电线路、149座变电站和24.9万台变压器，并依托近百万根电杆，构建了容量达22,706兆伏安的供电系统。每年新增20万个用户接入点，持续满足增长需求。2024年，公司峰值负荷突破9.32兆瓦，全年售电量达54,325吉瓦时。

Meralco已从传统配电商成功转型为综合能源集团，业务版图大幅拓展，不仅拥有规模可观的发电资产，更布局了多元产业链。旗下涵盖配电工程总承包公司、户用光伏企业、电动汽车解决方案业务、电信暗光纤服务以及金融科技支付平台。

公司高级副总裁兼首席营收官Ferdinand Geluz表示：“在坚守配电核心业务的同时，我们成功开辟了多个增长新赛道。疫情以来，配电业务始终保持4%至5%的稳健年增速。2010年，配电收入占总收入的93%，如今这一比例已优化至60%，其余收入来自发电及新兴业务板块。我们正全力发展能源全产业链，为菲律宾的经济腾飞注入强劲动力。”

打造多元化绿色能源版图

在发电领域，Meralco旗下子公司MGen将风电和光伏作为扩张重点，正在开发建设装机容量达1.5吉瓦的可再生能源发电机组，扩大发电规模，持续降低碳足迹。项目储备包括一个3.5吉瓦的巨型太阳能电站及配套电池储能系统，储能容量高达4.5吉瓦时，每日稳定提供850兆瓦的电力，供电时长可达12至14小时。

为实现深度脱碳，MGen也积极投资液化天然气（LNG）等过渡技术。子公司Pacific Light Power Pte. Ltd. (PLP) 在新加坡运营一座850兆瓦的燃气电厂，并计划进一步扩大LNG发电版图。近期，PLP获准在裕廊岛投建一座600兆瓦的氢能兼容燃气电站（CCGT），并将负责该项目的全周期运营。此外，Meralco还战略入股菲律宾最大LNG接收站，持有40.2%的股权，由此获得了约2.6吉瓦的能源供应配额及对应的再气化终端使用权。

目前，Meralco的能源资产包含近100万千瓦煤电（权益容量45.5万千瓦）。公司也认识到，为确保电网稳定可靠，可能需要建设新的基荷电源，目前正在评估采用小型模块化反应堆（SMR）技术的核能方案。

“为确保公司持续稳健发展，我们致力于提供最优能源服务，统筹兼顾可靠性、安全性、经济性与可持续性，” Geluz表示。

驱动技术革新

随着发配电业务版图持续扩张，Meralco正致力于建设覆盖全域的端到端智能电网与数字化网络。公司高管Geluz分享了以“7D”为核心的数字化转型战略：

- **数字化客户（Digital Customers）**：提供以客户为中心的 digital 产品和数字优先服务，打造卓越用户体验；
- **数字化电网（Digital Grid）**：打造更智能、更具韧性、可持续性更强的能源网络；
- **数字化员工（Digital Employees）**：通过数字化工作空间、工具与流程赋能员工，提升协同效能；
- **数字化企业（Digital Enterprise）**：实现流程集成化、自动化与合规化管理；
- **数据即服务（Data-as-a-Service）**：建立人工智能数据平台，以数据即服务（DaaS）模式支撑全业务运营；
- **数字化基础设施（Digital Infrastructure）**：建设高安全、高可用、高可靠的通信网络；
- **数字化沟通（Digital Communications）**：建立覆盖全体员工与客户群体的数字化沟通体系

Geluz强调：“这一数字化战略的核心在于以客户为中心。我们借助数据洞察和‘My Meralco’ APP，实时推送能源服务信息，从而实现数字化赋能。即便每年新增约20万客户，我们也无需扩建实体网点，高效满足各类服务需求。”

同时，公司已全面重构智能电网通信架构。后端集成了数据采集与监测（SCADA）主站、高级配电管理系统（ADMS）、头端系统（HES）及电表数据管理系统（MDMS）。这些系统的全面集成与数字化共同构成了电网自动化升级计划的技术基石。

在此架构之上，系统进一步构建了多层网络：

- **通信骨干与传输层**：基于Meralco现有IP-MPLS（互联网协议-多协议标签交换）网络搭建；

· **主备回传网络**：主回传网采用无线专网（WPN），备用网络通过公共电信系统承载，双网协同确保超高可靠性；

· **“最后一公里”接入**：高密度住宅区部署射频Mesh网络，高层住宅采用高速电力线通信（HPLC），其他区域覆盖窄带物联网（NB-IoT）或蜂窝网络。整个接入层由高级量测体系（AMI）与配电自动化（DA）系统全面支撑。

Meralco计划未来数年部署350万只智能电表及3600套DA设备，预计十年内实现用户全覆盖，总投资规模达数百亿资金。

Geluz表示：“Meralco选择与华为合作，共同建设低时延、高带宽的DA设备与AMI网络。华为还为我们搭建了基于私有LTE技术的统一WPN，全面承载智能电表及DA业务的回传需求。”

这一升级将凭借更高带宽和更低时延，彻底革新公司全域的现场通信体验。华为方案可实现2.6兆比特的传输吞吐量，达到现有系统的42倍，往返时延仅21毫秒。

Geluz补充道：“依照7D战略第一阶段规划，我们将在2025年底实现25%特许经营区的覆盖。除了在无线回传领域为7D战略提供支撑，华为也是Terra Solar项目全套储能系统的供应商，并有望为我们主要机场的应急电源提供不间断电源系统。”

完成第一阶段宽带部署后，Meralco将启动新阶段建设，重点推进从核心到边缘的云化赋能、统一资源管理与数据可视化。至此，Meralco的数字化架构准备就绪，为端到端业务分析与人工智能应用奠定了坚实基础。

Geluz表示：“未来几年，我们计划部署智能变电站解决方案、智能周界预测系统和分钟级数据采集平台。AI检测将推动网络和服务效率提升50%，并彻底改变依赖人工现场采集电网事件数据的传统模式。” ▲

fgOTN 解决电力信号带宽瓶颈

如今，技术峰会见证了创新的速度。各类创新突破也显然大受追捧，但今天的胜利很快就被下一个重大热点所取代。在数字电力通信领域，同步数字体系（SDH）曾经是未来的方向。此后fgOTN技术应运而生，并基于此技术框架进一步演进。为适应现代电网通信日益增长的数据需求，fgOTN相比SDH能够提供更精细化的带宽资源分配能力。fgOTN能够实现更高的灵活性、可靠性以及效率。接下来让两位专家来给大家分享更多fgOTN信息。

© 莫桑比克电力公司（EDM）ICT总监 **Giovanne Massinga** | ITU标准专家 **Bert Klaps** | 华为执行总编辑 **Gavin Allen**



Bert Klaps: 我叫Bert Klaps，是一名ITU标准专家。

Giovanne Massinga: 你好我叫Giovanne Massinga。我是莫桑比克电力公司（EDM）的ICT总监。

Bert Klaps: 自从人类发明了光纤通信以来，我们就一直不断努力扩大网络容量。一开始我们使用普通的老式电话系统，随后网络容量一直在提高，提升到每秒100兆的PDH，一直到每秒千兆的SDH/SONET，最后聚焦到光传送网领域。当前我们已实现单波100Gbps的传输速率，甚至1 Tbps。最近，我们正在研究如何传送大量的低容量信号，特别是针对工业和企业，这些信号的容量低于1 Gbps。我们一直在升级光传输网络技术，增加对这些信号的支持，并将该技术命名为fgOTN，即细颗粒光传输网络。

Gavin Allen: Bert刚刚谈到了行业内海量的小颗粒度的业务，您是如何看待这些海量业务的？

Giovanne Massinga: 好的，首先我分享一下。2023年EDM发布了一个新的为期5年的数字化战略，即2023年到2028年。在此战略中有一个支柱非常重要，涉及到基础设施和运营之间的整合。因此为了数字化战略取得成果，我们需要在运营和基础设施方面进行投资。要在IT和OT集成方面进行投资，我们将投资物联网连接以及边缘计算。所以对于光传送网，我们仍然有大量的生产控制信号运行在SDH上。众所周知，SDH在带宽方面的容量非常小。因此要实现数字化整合的目标，离不开高带宽，因此，当前的SDH技术对我们来说是一个瓶颈。

Gavin Allen: 但是您可能既要投资智能服务也要投资于现有服务，您需要同时投入对不对？

Giovanne Massinga: 确实如此，这正是应采取的策略。

Gavin Allen: 那么，未来您将如何构建网络以确保始终对智能转型做出快速响应？

Giovanne Massinga: 我们的基础设施中有海量的变电站，这些变电站相互之间的距离非常远，需要超长距离的传输。SDH技术已经应用很多年了，我们在SDH的运维方面我们有着丰富的经验和知识。这就是我们未来要做的事情，所以我们有专业知识，能够节省学习新技术的高昂成本。

Gavin Allen: 你之前提到了新技术—fgOTN，如何确保fgOTN满足EDM公司的业务需求？

Bert Klaps: 基于现有的SDH技术fgOTN能够满足所有这些严格的要求，包括低时延、高可靠性、低抖动。fgOTN和SDH都是硬管道技术，因此它们可以满足当前网络要求。另一个优点是，由于fgOTN和SDH原理一致，所以习惯了SDH的运维管理人员可以将SDH管理模式复制到fgOTN中，fgOTN的运营和管理与现有网络基本相同。此外fgOTN是OTN的增强和扩展，所以包含OTN的一切功能。fgOTN能提供高达1Tbps的速率，传输距离也异常长，单跨连接可以达到数百公里。此外fgOTN网络还具备OTN网络所有的智能和工具。

Giovanne Massinga: 正如Bert提到的那样，经过多年对各种技术的研究，我们最终选择fgOTN作为新一代通信标准。我们已经对fgOTN进行了试点和现网部署，结果令人满意。我们未来会继续关注fgOTN的发展，以便进一步为EDM所用。

新技术推动了应用发展，而各类应用反过来又进一步推动了新技术发展。有趣的是，fgOTN作为新技术的代表，以其卓越的性能，将显著推动行业智能化转型。 ▲

加速电力未来的发展

华为的技术正在彻底改变中东地区的能源行业，尤其是在阿联酋和沙特阿拉伯这两个致力于实现雄心勃勃的清洁能源目标的国家。在迪拜的GITEX全球展会上，华为电力数字化军团副总裁丁从义与智慧电网专家Moustafa Abdelhady M Shahin博士讨论了迪拜电网的快速数字化、智慧基础设施的作用、可再生能源整合的挑战以及其他关键问题。

© 文 | DEVELOPING TELECOMS

华为在推动数字化转型中的作用

在题为“引领基础设施加速电力智能化”的圆桌会议上，丁从义强调了华为通过先进的数字解决方案赋能电力行业的作用。凭借在电信领域的专业知识，华为已顺利转型进入能源行业。丁从义提出“我们与不同行业合作，无论是电信还是电力，我们都认为未来的数字化转型依赖于五个关键因素：通信、数据、数字规则、人工智能和网络安全”。华为与迪拜的长期合作体现了华为推动全球市场能源效率和电网韧性的战略。

华为的重要贡献之一在于推动电网现代化，专注于在保持电网可靠性的同时整合可再生能源。丁从义表示：“与DEWA的合作体现了华为正在开发的面向未来且可持续的技术解决方案，以支持全球数字化转型。”该合作推动了边缘计算和实时监测等创新，提升了迪拜电网的运营透明度。

迪拜智慧韧性电网愿景

穆斯塔法博士分享了迪拜关于智慧互联能源电网的愿景，旨在实现迪拜雄心勃勃的可持续发展目标。自2012年以来，迪拜实施了一项广泛的智慧电网计划，以实现电网自动化、部署智慧电表并加强网络安全。因此，该机构提高了客户满意度，减少了停电次数，并打造了一个响应更快的电网。“我们已经看到客户停电时间大幅减少，从五分钟缩短到了两分钟以下。”“这一改进得益于智慧电表和分析技术的整合，使得实时、数据驱动的决策成为可能，”穆斯塔法博士说道。

沙姆斯迪拜计划鼓励屋顶太阳能装置的安装，是该公用事业公司清洁能源倡议的基石。“我们的屋顶太阳能计划超出了

预期，发电量达到了400兆瓦，远远超过了预期的100兆瓦。”“我们现在允许更多的工业客户成为清洁能源的生产者，”穆斯塔法博士补充道。该计划在迪拜根据2050年迪拜清洁能源战略实现75%能源需求来自清洁能源的目标中发挥着关键作用。

华为在推动数字化转型中的作用

在题为“引领基础设施加速电力智能化”的圆桌会议上，丁从义强调了华为通过先进的数字解决方案赋能电力行业的作用。凭借在电信领域的专业知识，华为已顺利转型进入能源行业。丁从义提出“我们与不同行业合作，无论是电信还是电力，我们都认为未来的数字化转型依赖于五个关键因素：通信、数据、数字规则、人工智能和网络安全”。华为与迪拜的长期合作体现了华为推动全球市场能源效率和电网韧性的战略。

华为的重要贡献之一在于推动电网现代化，专注于在保持电网可靠性的同时整合可再生能源。丁从义表示：“与DEWA的合作体现了华为正在开发的面向未来且可持续的技术解决方案，以支持全球数字化转型。”该合作推动了边缘计算和实时监测等创新，提升了迪拜电网的运营透明度。



华为电力数字化军团副总裁 丁从义

迪拜智慧韧性电网愿景

穆斯塔法博士分享了迪拜关于智慧互联能源电网的愿景，旨在实现迪拜雄心勃勃的可持续发展目标。自2012年以来，迪拜实施了一项广泛的智慧电网计划，以实现电网自动化、部署智慧电表并加强网络安全。因此，该机构提高了客户满意度，减少了停电次数，并打造了一个响应更快的电网。“我们已经看到客户停电时间大幅减少，从五分钟缩短到了两分钟以下。”“这一改进得益于智慧电表和分析技术的整合，使得实时、数据驱动的决策成为可能，”穆斯塔法博士说道。

沙姆斯迪拜计划鼓励屋顶太阳能装置的安装，是该公用事业公司清洁能源倡议的基石。“我们的屋顶太阳能计划超出了预期，发电量达到了400兆瓦，远远超过了预期的100兆瓦。”“我们现在允许更多的工业客户成为清洁能源的生产者，”穆斯塔法博士补充道。该计划在迪拜根据2050年迪拜清洁能源战略实现75%能源需求来自清洁能源的目标中发挥着关键作用。

克服可再生能源整合中的挑战

讨论中的一个关键主题是将可再生能源整合到电网中，随着各国增加太阳能和风能发电能力，这一挑战日益突出。Moustafa博士概述了配电系统运营商（DSO）在新连接规划阶段的保守做法，即进行承载能力研究，以确保电网能够在不影响其稳定性的情况下容纳更多的可再生能源。

公用事业公司面临的主要挑战之一是管理太阳能发电的间歇性，这可能导致电网不稳定。为了应对这一问题，Moustafa博士强调了使用机器学习和短期预测工具来实时预测太阳能发电量，从而实现更好的电网管理。他强调了智能系统的必要性，例如电压调节和发电厂监测，以确保可再生能源的顺利整合。

通过ADMS推进配电系统发展

穆斯塔法博士还讨论了DSO在从传统配电管理系统（DMS）向高级配电管理系统（ADMS）转型过程中所做的努力。这一转变虽然必要，但也伴随着挑战，尤其是在投资和集成方面。“我们正在缓慢推进ADMS项目，因为从DMS转向ADMS需要巨大的投资，”他解释道。然而，这一转型对于管理电网日益增长的复杂性至关重要，尤其是在电动汽车（EV）充电器和太阳能等分布式能源资源不断增长的背景下。

穆斯塔法博士强调了将这些新能源系统整合到一个智能框架中的重要性，利用大数据和边缘计算来优化运营。这种整合对于公用事业公司不仅能够维持电网的可靠性，还能实现实时监测和控制至关重要。随着电网的灵活性和韧性变得越来越重要，这种智慧基础设施将定义公用事业的未来。

通过华为智慧配电解决方案IDS减少停电

在讨论数字技术如何大幅减少停电时间时，丁从义指出了传统电网系统当前存在的问题，由于缺乏实时信息，停电可能需要数小时才能解决。华为的智慧配电解决方案（简称“IDS”）旨在使配电网更加透明，使运营商能够在几分钟内精确定位问题并迅速解决，从而提升客户满意度。丁从义表示，“通过清晰的配电网拓扑结构，我们可以在三到五分钟内定位问题，并在十到十五分钟内修复故障”。这种快速响应既有利于终端用户，也有助于整体电网的效率提升。

中东雄心勃勃的数字转型

讨论中还涉及了中东地区的数字化转型努力。华为在该地区一家公用事业公司向智慧电网转型过程中发挥了重要作用。丁从义详细介绍了几个正在进行的项目，包括变电站监测和维护的集中化，以及利用人工智能从手动操作向智能操作转变。这些项目是该地区到2030年实现能源基础设施数字化更广泛愿景的一部分。

华为也在协助减少输电线路损耗——这是电力在电网中传输和分配过程中不可避免的损失。在中东地区，线路损耗率—电网服务质量的重要指标—通常低于撒哈拉以南非洲等地区，但仍有一定的改进空间。丁从义指出，使用IDS提高了减少电力线损耗的能力，同时也增强了供电可靠性并扩大了对农村地区的覆盖范围。

电网的未来：数字化、脱碳与去中心化

穆斯塔法博士在会议结束时强调了电网的“三维转型”：数字化、脱碳化和去中心化。他解释说，未来的电网将更加动态和双向化，需要更高水平的灵活性来实时平衡供需。“电网需要更具韧性和灵活性，”穆斯塔法博士表示。这一转变是由可再生能源日益增长的整合所驱动的，由于这些能源依赖于天气条件，因此对电网的稳定性构成了挑战。

他还指出，电网灵活性的重要性日益增加，尤其是随着太阳能和风能等低惯性可再生能源的普及。为了应对这些挑战，公用事业公司需要投资于能够适应不断变化的能源格局的智能技术。

随着中东及其他地区国家努力实现其清洁能源目标，数字化将在电力分配转型和实现可持续发展中发挥关键作用。▲



华为电力数字化军团如何携手伙伴 推动全球能源绿色低碳转型

◎ 华海智汇副总裁、智慧业务总裁 田丁 | 华为电力数字化军团合作伙伴发展与销售部部长 梁霄

中国电力报：在全球能源转型和电力数字化转型的挑战下，华为电力数字化军团与华海智汇如何基于“行业纵深+技术底座”的互补性构建独特的合作坐标系？

梁霄：在面向数字化转型，华为公司一直秉承“被集成”战略。我们通过全球领先的技术的底座再加上我们在全球丰富的交付的一些经验以及业界领先的高质量的标准的一些要求，我们给我们的合作伙伴广大的生态构建了我们的“黑土地”。在多年以来，我们通过持续的去增强“黑土地”的肥力联合我们的能力型的合作伙伴共同的去面向数字化转型去构建行业的解决方案。在行业的纵深、行业的理解力方面我们扩大了广大的一些生态。在和华海这样的能力型的合作伙伴，我们在海外打造了多个的灯塔。后面中我们也会重点的给大家探讨一下我们在行业灯塔上如何的去共同面向数字化转型服务好我们的合作客户，真正的实现以客户为中心。

田丁：华海智汇是一家全球化的、为行业客户提供端到端解决方案的一家公司。基于华为的“黑土地”，华海智汇作为行业伙伴，我们提供精细工作的服务。基于我们对能源业务的深刻理解，我们为能源客户提供差异化的、定制化的服务，实现从解决方案的定制开发交付到全生命周期的运维运营的专业服务。

中国电力报：2018年华海成为华为的生态合作伙伴，在此过程中有什么重点项目案例能够加深双方的合作关系？

田丁：华海公司成立于2008年，早期是专注于提供全球化海底通信光缆Turnkey解决方案的供应商。在这个过程中我们积累了全球跨国文化大型复杂项目的交付经验，也为我们进入信息化、数字化转型的业务提供了一个坚实的基础。自从2016年之后，华海进入了数字化、信息化的业务。基于华为“被集成”以及“黑土地”的策略，我们与华为多个军团是全球化的行业伙伴。在电力领域，我们共同拓展了塞内加尔、安哥拉、马里、蒙古等一系列的项目。

梁霄：华为在2018年，我们在面向数字化转型的时候，我们就希望构建两类合作伙伴。一类是我们的“加速成长型”，一类是我们的“协同作战型”，我们就联合像华海这样的能力型合作伙伴。我们从市场的洞察、解决方案的研制，包括我们的复杂项目集成的交付方面来做了一些共同的很多案例的一些孵化。面向我们未来的世界能源的变化，我们也联合了华海，我们在海外做了多个为我们的能源行业的客户的数字化转型打造一些标杆的项目。

中国电力报：这种深度合作模式对全球的绿色低碳转型以及电力行业标准制定产生了哪些影响？

梁霄：我们大家知道叫“没有标准就没有未来”。面向未来的能源行业的数字化转型我们要从多个方面去构建我们行业的标准以及国际的标准。在构建标准的过程中，并不是华为一家独立去能够完成的。像昨天我们还在和国际的一些组织正在共同讨论面向未来的智能配电行业它的一些标准的制定。在标准的制定中非常重要的一块就是我们的推标。比如说我们和华海联合打造的智慧IDS的方案，我们在多个国家就在实行标准的落地。

田丁：近期华海与华为联合打造“智慧配电IDS解决方案”，该方案已经在非洲与亚太一些国家进行实际的项目落地。该方案的亮点是基于华为先进的通信技术，协助客户更好的管理可再生能源的上网与配电；协助客户精确的监测最终用户的用电量，并且能够更好的去防范线损以及偷漏电现象的发生，切实的提高经济效益。

中国电力报：在全球电力数字化布局中，我们如何平衡技术标准化需求与不同区域的个性化适配？

田丁：在新兴市场，我们更关注解决方案的简便以及成本效率；在成熟国家，我们更关注方案的创新以及技术引领。这种全球标准加上本地定制的一个方案，既能享受平台标准化的便利，同时也能为客户带来差异化的价值。

梁霄：比如说我们在面向非洲亚太，他们在面向不同的数字化转型中的能力的要求，我们注入了不同的技术方面的一些创新的动力。不同合作的模式方面，我们也会联合我们的能力型合作伙伴去为他们做一些定制化的规划和咨询，为整个能源行业去构建整个能源行业的底座。

中国电力报：我国政府密集出台了一系列“人工智能+”政策，双方有哪些具体的技术预研和场景验证计划？

梁霄：比如说未来2030年，我们的电力系统到底是一个什么样的。随着我们绿电的广泛加入，某些省份绿电的占比已经超过了50%。像天气预测进行的一些分析，我们的一些技术的求解。我们在这个方面联合了我们的很多能力型的合作伙伴也在做相关方面的尝试和实验。

从整体来说我们还是比较符合对人工智能的探索。特别是对于我们数据要素方面的共享、共治方面的要求，效果也是非常明显。比如说我们现在对于天气预测，我们可以做到3*3、可以做到小时级的预测。还有对于我们的像水电方面，像我们潮流的分析、静流的分析，我们也在联合像华海这样的能力型的合作伙伴以及我们发电的头部企业的一些项目中正在尝试。通过我们双方共同的去探讨、去实现我们人工智能价值场景的落地。我们在落地价值场景的时候我们还是要讨论商业模式的落地。我们在和多个合作伙伴包括我们的头部的一些企业，在多个人工智能的场景、多方面商业模式的一些尝试。比如说未来我们如何去构建我们数据的共享、数据的治理；数据要素管理的平台互助。这是我们也是一个方面的尝试。

田丁：我下面简单举两个小例子：一个是AI的办公助手。华海开发的AI办公助手现在在多个政府及大企业得到了实际的应用。这个办公助手它是应用于各行各业客户自己的内部的知识库，来提升他的办公效率；第二个是“AI+智慧园区”。我们通过AI的手段使传统的园区提升他的安防安全级别、提升他的能源的管理效率、提供人员办公的便利性。在多个行业领域都已经得到了应用。 ▲

国网湖北电力携手华为， 星河AI融合SASE解决方案护航 全球首例5G短切片专网

国网湖北电力携手华为， 星河AI融合SASE解决方案护航 全球首例5G短切片专网



国网湖北省电力有限公司是以电网建设、管理、运营为核心业务的国有特大型能源供应企业。湖北电力电网遍布全省城乡，服务本省6000万人口，同时也是三峡外送的起点、西电东送的通道、南北互供的枢纽、全国联网的中心。

电力系统面临的三大挑战

为顺应时代的发展和双碳目标的达成，国网湖北电力积极响应国家电网总部的要求，进行智能电网的建设探索。传统光纤通信方式无法适应荒郊野外等复杂接入环境，而4G公网又不满足电力业务的安全性要求，也无法保证时延、抖动等确定性要求。同时电网作为国家关键基础设施，其安全稳定运行关乎国民经济命脉和国家能源安全，亟需一种安全、可靠、经济、高效的电力设施无线接入和数据高效互通的解决方案。

· 智慧电力终端数量激增，高品质安全接入难以保证

电力行业正向能源互联网转型升级，新型差动保护装置、巡检无人机、智能充电桩等各类电力终端数量呈井喷式增长，同时这些终端广泛分布于城乡和野外，接入环境复杂。当前网络无法满足电力海量终端高品质安全接入的需求。

· 电力数据关乎国家能源安全，数据安全风险难以忽视

根据《电力监控系统安全防护规定》和《电力监控系统安全防护总体方案》要求，电力网络需在网络资源上与公网业务实现物理隔离，同时重要业务系统应采用认证、加密、

访问控制等措施，防范电力系统被恶意攻击而导致数据泄露或非法篡改的风险。

· 设备软硬件安全可信势在必行

安全产品本身不够安全可靠。安全产品开发流程不规范，测试环节不充分，引入开源软件管理不完善等，使得自身的健壮性无法保证。另外，产品供应链安全性也至关重要，电力系统一旦遭受供应链风险，其后果将难以估量。

电力系统面临的三大挑战

为顺应时代的发展和双碳目标的达成，国网湖北电力积极响应国家电网总部的要求，进行智能电网的建设探索。传统光纤通信方式无法适应荒郊野外等复杂接入环境，而4G公网又不满足电力业务的安全性要求，也无法保证时延、抖动等确定性要求。同时电网作为国家关键基础设施，其安全稳定运行关乎国民经济命脉和国家能源安全，亟需一种安全、可靠、经济、高效的电力设施无线接入和数据高效互通的解决方案。

· 智慧电力终端数量激增，高品质安全接入难以保证

电力行业正向能源互联网转型升级，新型差动保护装置、巡检无人机、智能充电桩等各类电力终端数量呈井喷式增长，同时这些终端广泛分布于城乡和野外，接入环境复杂。当前网络无法满足电力海量终端高品质安全接入的需求。

· 电力数据关乎国家能源安全，数据安全风险难以忽视

根据《电力监控系统安全防护规定》和《电力监控系统安全防护总体方案》要求，电力网络需在网络资源上与公网业务实现物理隔离，同时重要业务系统应采用认证、加密、访问控制等措施，防范电力系统被恶意攻击而导致数据泄露或非法篡改的风险。

· 设备软硬件安全可信势在必行

安全产品本身不够安全可信。安全产品开发流程不规范，测试环节不充分，引入开源软件管理不完善等，使得自身的健壮性无法保证。另外，产品供应链安全性也至关重要，电力系统一旦遭受供应链风险，其后果将难以估量。

全球首例5G短切片专网—电力业务数据“可观可测可控”

为有效解决上述问题，国网湖北电力联合华为、湖北电信等发明和建设出全球第一个5G短切片专网方案。短切片专网是基于电力企业购买电信运营商服务、电信运营商下沉全网核心网到电力机房供电力企业专用、电信运营商公网5G基站开启切片预留及复用信道资源，专用的无线专网网号等为关键要素部署的无线专网。

5G短切片专网方案采用华为星河AI融合SASE方案及华为5G核心网设备，集成5G切片技术、5G准入技术、IPSEC国密加密技术、空口预调度和免调度技术、传输Flexe技术等，高效经济地解决配网远程通信涉及海量电力控制终端的安全、可靠接入问题，形成网号统一、多元业务安排灵活有序、全程全网自主加密的具有多项技术经济优势的短切片专网。

5G短切片专网实现了电力业务数据的“可观可测可控”，将有力支撑新型电力系统的发展建设，为实现“双碳”目标提供了电力通信保证。

湖北电力携手华为星河AI网络安全共保5G切片专网

湖北电力通过与华为进行合作，在总部核心网部署网络

安全设备，并在武汉、鄂州等地市部署防火墙，为湖北电力从总部到分支的电力专网提供更安全、高效网络安全体系，保障5G短切片专网安全运行。

· 网络物理隔离，零信任电力终端接入，未知威胁检出率95%

5G短切片专网拥有完备、齐全、独立、电力专用的5G核心网和电力专属网号、专属SIM卡，在实现广域覆盖和专网专用的同时，还保持了与其他网络的分网和安全隔离。结合华为零信任理念，在电力专属SIM卡、专属网号认证基础上，通过部署华为防火墙对电力终端进行二次授权认证和多重访问控制，确保接入终端可管可控可溯源。华为具备智能检测能力，未知威胁检出率达95%。

· 全程全网自主加密，避免数据“裸奔”

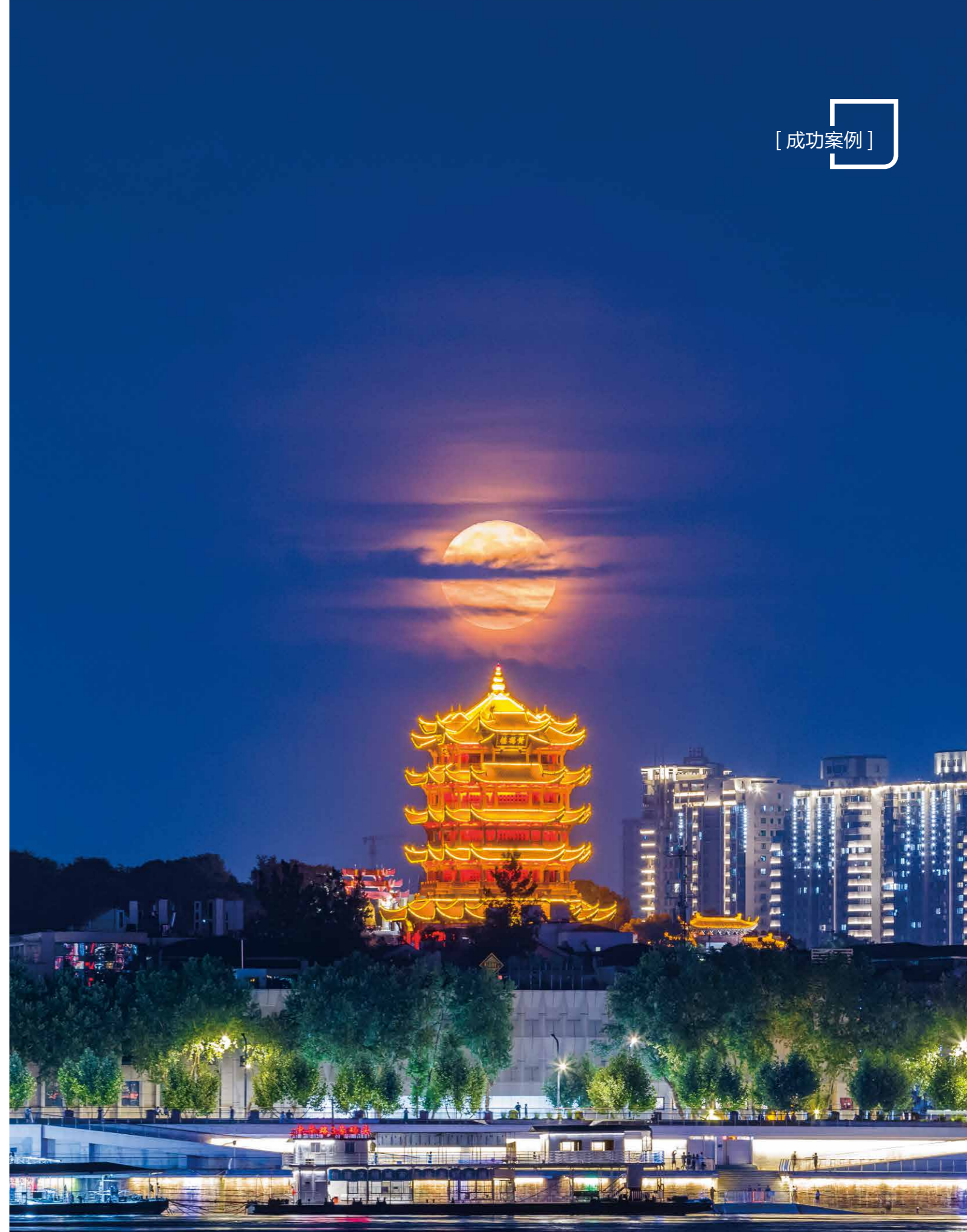
在5G通用安全能力的基础上，通过华为防火墙对用户面和控制面的N2/N3/N4/N6接口进行国密IPSEC隧道封装，构建安全通信网络，保护电力数据安全。华为防火墙支持SM2/3/4国密加密算法，同时内置自研加解密引擎，IPSEC业务性能提升2倍，满足巡检无人机高清视频回传等大流量、大带宽电力业务诉求。

· 持续自主创新，核心软硬件全栈自研

电力和电网是国家的关键基础设施，其安全性和可靠性是第一位的。华为通过持续自主创新，核心软硬件全栈自研，关键技术安全可信，确保电力系统供应链安全。

国网湖北省电力有限公司一级协理员，前国网湖北电力首席网络安全官周想凌先生表示，湖北电力联合华为、湖北电信等发明和建设出全球第一个短切片专网，解决电力安全通信、广域覆盖和降本增效几个既矛盾又统一的要求，完成时代赋予我们的、建设现代化、智能化、低碳化的电力无线专网的历史使命。

5G短切片方案与华为星河AI融合SASE解决方案深度融合，集成5G准入、零信任、IPSEC国密等多种安全能力，共同打造电力端到端网络安全方案。目前基于电力短切片专网模式，湖北电力已接入电信基站小区22511个，专网信号覆盖全省全部14个地市和60区县，为各电力应用提供安全、可靠、经济、高效的数据传输，大幅提升电网数字化、智能化水平，大幅提升电网生产、运营效率。展望未来，华为将继续与国网湖北电力在5G专网防护等技术领域上开展深度合作，保障新型电力系统安全稳定运行，护航电网智能化转型。▲



国网陕西电力 携手华为与伙伴打造智慧配电网， 保障供电服务“最后一公里”

国网陕西电力 携手华为与伙伴打造智慧配电网， 保障供电服务“最后一公里”

配电网作为供电系统的“毛细血管”，被称作供电的最后一公里，在保障电力供应、支撑经济社会发展、服务改善民生等方面发挥重要作用。国家发展改革委、国家能源局于2024年3月印发的《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》指出，配电网正逐步由单纯接受、分配电能给用户的电力网络转变为源网荷储融合互动、与上级电网灵活耦合的电力网络，在促进分布式电源就近消纳、承载新型负荷等方面的功能日益显著。

为进一步提升供电保障能力，应对分布式新能源大规模并网等带来的挑战，助力构建清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统，2020年3月，国网陕西省电力有限公司（以下简称“国网陕西电力”）携手华为成立了联合创新实验室，并与28家合作伙伴联合打造创新解决方案，基于物联管理平台和物联APP柔性开发平台的基础能力提升，围绕边缘计算单元（即“智能融合终端”）规模化应用及配用电领域的数字化转型需要，开展了配网运行状态监测、10kV线路状态实时感知、低压分布式新能源智能管理等新技术攻关和创新探索。

开放合作打通供电系统“毛细血管”

针对供电所配网业务无抓手、中压线路故障研判低时效、终端物联APP存在研究开发难、运维管控难、移植复用难等问题，国网陕西电力以数据“采、传、存、用”的数字技术支撑体系架构为指导，通过与华为及伙伴的合作，共同夯实包括智慧物联体系平台侧基底-物联管理平台、终端侧基底-物联APP柔性开发平台以及物联全景状态监测等多平台智慧物联体系基底，构建全新的电力物联网应用。

其中，华为提供基于“云-管-边-管-端”架构的智慧配电网解决方案：

- **在管侧（低压）**，HPLC双模电力载波通信可以实现99.9%的通信可靠性，支持分钟级采集和秒级控制，支撑低压透明化，实现低压“可观+可测+可调+可控+可追溯”；通过无扰台区识别，实现户变关系精准识别，准确率达99%以上，为线损分析、故障定位提供基础。
- **在边侧**，边缘计算单元作为边缘智能大脑，支持配电台区实现多终端合一。通过结合云边协同，支持边侧设备快速在线统一升级；通过边侧APP市场和云编排技术，可以实现各种业务边缘管理，为每个台区定义不同治理策略，实现台区灵活自治，让台区经理成为Mini CEO，激发基层创造性。

- **在管侧（中压）**，华为提供有线无线多种方案，满足配电复杂的全场景网络覆盖，构建高可靠的配电回传通信网。
- **在云侧**，提供可视化、低代码的快速APP应用开发技术，通过ROMA物联管理平台、MessageFlow云编排平台等支持APP云上开发，一键跨平台部署，支持APP快速远程升级，1万台终端10分钟完成，成功率100%，实现云边协同。同时，构建了EI图数据库和时序数据库，通过整合线路及设备地理和拓扑、资产等静态信息及台区电气量、环境量、状态量等动态信息，实现台区信息透明可视，有效支撑作业人员现场作业；实现查窃电频次从天级到分钟级提高，有效提升工作效率。

智慧配电网保障供电服务“最后一公里”

西咸新区供电公司永乐供电所（以下简称“永乐供电所”）是率先应用该方案进行数字化转型的供电所之一。其供电面积79.2平方公里，承担着21个行政村、158个台区、1.2万余户的供电服务工作和20条10千伏及以上线路属地化运维业务。

作为国网示范型数字化供电所，永乐供电所将数字化技术深度融入安全生产及营销服务中，把业扩报装、营销采集、用电检查等业务由线下转为线上。永乐供电所副所长张琪表示：“最早的抄表收费，还需要挨家挨户进行，维修主要靠用户反馈信息……现在，我所管辖的一千多户的电表和用户信息、停电异常都能在手机上看到，停电三分钟内就能联系到用户，快速处理故障。”

据了解，负责把辖区内供电所下辖的十千伏线路、台区供电信息、运行情况等动态信息以一张图的形式全面展示出来的

配网运行状态监测平台目前已接入配电台区136495个，推广覆盖至全省范围内11个地市的1220个供电所、7183条10kV线路，让供电所所长及台区经理及时掌握台区信息，实现供电所配变设备异常故障“主动感知”，提升配变设备的数智化管理水平及配电网的安全运行性能，进而提升用户用电满意度。“这一系列创新成果，使配电网感知更加全面准确、管理更加精益精细、客户服务更加及时主动、员工工作更加简洁高效，”国网陕西电力CIO张根周在一次采访中总结道。

创新技术助力“双碳”目标实现

此外，低压分布式光伏用户并网数量的急剧上升带来了反向过载、台区高电压等一系列问题，对配网电能质量、电力系统安全稳定运行构成威胁。联合创新实验室借助云编排技术实现低压分布式光伏的接入管理和数据转发，满足融合终端与任意台区的光伏逆变器等末端设备通信和控制的自适应能力，为未来分布式光伏大规模并网提供技术支持。永乐供电所也已经实现光伏接入，数据可观、可测，持续向可控可调演进。

具有高效处理复杂数据及解决复杂问题等优点的人工智能算法也被应用于光伏发电的预测中。“通过大数据及人工智能技术，我们可以对分布式光伏发电进行预测。根据历史情况做一些算法，推断这个地方光伏能发多少电，这样有利于电网公司平衡发电端和用户端，保证光伏的消纳。”国网陕西省电力有限公司信息通信公司副总经理任晓龙补充道。

华为智慧配电解决方案目前已在中东、亚洲和非洲的多个国家取得良好的初步测试效果，在实现配电台区透明化感知和业务数智化能力提升的同时，也将持续为全球用户带来更绿色、更稳定、更安全的用电体验，助力“双碳”目标实现。▲

“

“这一系列创新成果，使配电网感知更加全面准确、管理更加精益精细、客户服务更加及时主动、员工工作更加简洁高效。”

—— 张根周，国网陕西省电力有限公司CIO

”

全球200+ 电力企业选择华为 共创行业新价值



国网山东省调控中心： 拒绝“盲调”， 让分布式光伏可调可控

国网山东省调控中心： 拒绝“盲调”， 让分布式光伏可调可控

随 随着国家“双碳”目标及整县光伏政策的推进，分布式光伏发电进入新一轮激增期。当前电力数据网无法满足众多分布式光伏站点接入需求，众多站点处于“盲调”。国网山东省调控中心联合华为公司针对分布式光伏接入场景，以实现“可观可测可调可控”为目标，联合打造了分布式光伏群管群控方案助力新能源发展。

国网山东省电力有限公司服务5103万电力用户，业绩连续多年居国家电网公司前列。调控中心为电力生产核心部门，负责区域内电网的安全、优质、经济运行，负责指挥设备的运行、操作及电网的事故处理。

以分布式光伏为代表的新能源势力激增给保障新能源接入和消纳的电网企业带来诸多挑战：

- 电网对于分布式光伏等发用电一体“产消者”缺乏有效监测和控制手段，影响负荷预测和电力平衡。
- 当前分布式光伏的高渗透率接入已造成部分低压台区光伏发电超过台区用户消纳能力，导致局部电网反向过载问题突出。
- 点多面广的海量站点接入，威胁调控业务信息安全。

可观可测可调可控 让分布式光伏管控不“头痛”

国网山东省公司调控中心为了实现以分布式光伏为代表的分布式电源接入管控，兼顾调度控制系统高安全性要求，结合华为智能物联感知网“更简单、更智能、更安全”的能力，创新性

地打造了“多元协同管控系统”架构，实现对分布式光伏、大型储能电站、地方电厂、冰蓄冷、电力大用户、充电桩等多元协同调控资源的接入、聚合、分析、评估和调控。

分布式光伏群管群控方案率先在菏泽市试点落地，并迅速在山东多地市获得推广。调控中心在地调新建地调安全接入区，通过运营商5G通道直接接入分布式光伏场站，地调安全接入区内部署物联网管理平台，支持多协议、多终端接入和管理，系统弹性扩容，满足分布式电源快速增长需求。同时结合省调控云和配电云主站，实现了户用分布式光伏站点灵活接入，满足差异化业务保障需求。



助力新能源发展的四个“关键”

华为方案的竞争力主要体现在四个方面：

- 1. 安全隔离：**方案利用5G网络切片能力，保障调控业务安全隔离，同时5G直采直控具有传输速率高、延时低的优点，实现10kV光伏场站可观可测、可调可控。
- 2. 海量接入：**面向400V分布式光伏站点，采用台区融合终端+HPLC，复用配电物联网通信通道和安全设备，实现海量站点大规模，低成本、广覆盖接入；
- 3. 融合集成：**多合一5G加密融合网关实现了5G CPE（客户前端设备）+纵向加密装置+远动装置/光伏电站RTU装置的三合一，采用容器技术实现应用的灵活扩展，整个方案集成度更高，设备上线和维护更简便，可扩展AGC功能；
- 4. 统一管理：**物联网管理平台实现5G直采直控光伏场站内多合一5G加密融合网关数据统一接入和远程管理，设备即插即用，减少上站运维。

通过5G专用切片直采、基于台区融合终端+HPLC的配电云主站、新能源云平台实现了对分布式光伏、地方电厂、充电桩等多元协同调控资源的接入、聚合、分析、评估和调控。

华为方案以满足源网荷储等新兴业务接入管控为目标，兼顾调度控制系统高安全性的要求，实现各类资源的在线感知、智能决策和互动响应，推动了现有“源随荷动”向“源网荷储协调互动”调控模式转变，支撑电网安全高效和清洁低碳运行。▲



泰国PEA携手华为， 以科技守护万家灯火

泰国PEA携手华为， 以科技守护万家灯火

为 推动数字技术与电力场景的深度融合，华为数字站点为泰国PEA提供数字场站和周界防护站两大产品组合方案，助力实现场站资源、状态与作业的全面透明化，提升电网运维效率与安全管理水平，保障变电站安全稳定运行。

在全球能源转型与电网数字化加速的浪潮下，电力行业正从“被动运维”到“主动预防”的模式变革。泰国PEA作为核心的配电运营商，业务覆盖泰国74省、服务超过1/3用户。为满足日益增长的电力需求，泰国PEA携手华为，通过AI、物联网等技术，推动场站数字化升级，提升变电站的运营管理效率，保障变电站安全稳定运行。

客户需求

1. 强化风险识别

对场站设备安全隐患、周界非法入侵进行全天候、高精度识别，减少漏报误报；

2. 提升巡检效率

业务系统多，传统人工巡检耗时耗力，需实现自动化、规模化线路巡查；

3. 打造融合安全网络

缺乏可信融合网络，新业务发展受限，亟需高可靠、高安全、大宽带的输变电网络。

2. 智能巡视·运维模式创新

通过部署华为数字场站方案，采用多场景AI巡视算法、CV大模型+历史数据分析、云边协同等技术，支持表计读数自动识别与变压器漏油预警等能力，实现设备运行状态远程实时管理，“AI精准识别、实时告警预警”，故障从发现到处置分钟级响应。

3. 全域互联·打通感知脉络

通过有线无线、宽窄带融合网络共站址融合部署，简化场站网络管理。同时具有大带宽、低功耗等特点，物联回传更高效，实现原生产业务可靠承载，新业务快速融合。

方案介绍

1. 周界防护·全天候数字防线

通过部署华为周界防护站方案，采用光纤传感技术，结合华为AI大模型算法，自动识别人员或动物等入侵行为，快速联动视频复核，运维人员远程二次确认，实现从“事后响应”到“主动预警”的转变，7×24小时监测，构筑全天候数字安全防线。

客户价值

1. 提升安全能力

场站安全防偷盗，降低人员安全触电事故；

2. 提升巡视效率

在线巡视，设备状态实时获取降低上站频次，减少巡视工作量；

3. 提升设备可用率

设备健康状况实时评估，设备故障发现、处置周期降低。

智能变电站解决方案 (IPS) 架构



“光动脉”崛起！ 海南电网携手华为部署100G OTN 传输网络，打造海岛电力通信新标杆

“光动脉”崛起！ 海南电网携手华为部署100G OTN 传输网络，打造海岛电力通信新标杆

随 随着海南自贸港建设推进和经济发展，产业升级使电力需求不断增长，电算协同、智算协同新需求和海南多台风暴雨天气等因素，对全岛通信网确定性入算联接提出了更高的要求。此外，在海南电网数字化转型下，远程设备智能巡视、无人驾驶飞行器巡检等大带宽业务增多，现有SDH技术和10G OTN技术承载带宽严重不足，穿波较多，组网方式落后，无法有效支持海南电网岛屿特色新型电力系统建设。针对以上现状，海南电网携手华为，在原有10G OTN网络基础上新建100G高速波分OTN省地市一体化传输网络，以满足综合数据网汇聚节点业务承载需求，同时优化网络架构，构建一个可接入所有地县业务，高效率、高服务质量、高安全可靠、演进平滑的电力通信传送骨干网络，从而支撑AI时代确定性入算联接，实现“以光促电，以光促算”。

海南电网不仅实现省地市县整体综合通信传输容量至少十倍跃升，更以“光网一张图”的创新实践，为新型电力系统建设树立行业标杆。这不仅是海南电力通信网络的技术突破与能源基础设施的全面升级，更是全球岛屿型电力系统向“高可靠、高弹性、高智能”演进的里程碑式实践。

五大技术突破—构建电力通信“超级传输底座”

本期海南电网N*10G升级N*100G工程覆盖中调和地调以及满足组网需要的全省变电站，建设完成后全网共计30个站点，接入局点17个，既满足综合数据网汇聚节点GE通道升级为10GE通道的业务需求，亦可灵活应对未来音视频局域网、数字孪生变电站等数字化业务对通信网的需求与挑战。其先进技术和创新应用体现在：

- 100G数字相干接收技术使得100G光传输OTN系统具有足够的色散容限和偏振模容限，无需考虑线路传输上的色度色散和偏振模色散的影响。
- 海南岛屿气候雷雨天气较多，架空100G大SOP特性防雷技术的应用，可以有效地将雷击OPGW对其影响的频次降低到可接受的水平，少数极端情况下受影响的业务通信质量也在可接受范围内。
- 项目采用了传输自愈保护机制，搭建“目”字型组网，每个站点业务皆有至少2条业务路由到中调和备调，应急情况下，可以实现全岛各地市的业务保护通信。

- 每个站点采用纯电交叉的OTN设备，将每个波长转换成电层进行交叉并实现信号再生，整个网络就能像SDH网络一样进行“数字交叉管理和维护”，整个网络会更加灵活。
- 采用的拉曼放大、前向纠错FEC等远距离传输技术，可用于承载调度自动化、视频、动环等多种业务，实现带宽灵活调整和业务高效汇聚，为不同用户和业务提供差异化的网络服务，满足其对带宽、时延等方面的不同要求。

每个站点采用电交叉方式实现上下业务，选择目字型组网架构，实现组网每个站点点到点路由打通，且波长可调，同时实现全站点通路选择，切合岛屿电网业务接入和应急保障诉求。



海南电网100G传输组网设备

四大维度赋能—驱动岛屿电力系统数智蝶变

同时，海南电网携手华为部署的N*100G高速OTN传输网络工程，为南网乃至全球岛屿型电力系统数智化升级提供示范样本：

- 满足高比例新能源接入需求：随着新型电力系统发展，海南的风电、光伏发电等新能源装机不断增加，高速传输网络能够实时传输大量新能源场站的运行数据，实现对新能源发电的精准预测和调度，保障电网稳定运行，提高新能源消纳能力。
- 支撑源网荷储一体化运行：对变电站、新能源场站、配用电状态数据实时采集与调控，高速传输网络可确保源网荷储各环节之间数据的快速、准确交互，实现全景感知和精准负控，提升电力系统整体运行效率和灵活性。
- 保障电网智能化发展：智能电网的建设依赖于大量智能设备间的通信，高速传输网络为智能电表、智能变电站等设备提供高带宽、低时延的连接，支持电网设备的实时监测和智能控制。
- 适应电力业务多元化需求：高速传输网络可满足分布式能源管理、电动汽车充电设施管理等新业务对数据传输的高要求，推动电力业务的多元化发展。

畅通电力通信数字动脉—助力海南开启智慧自贸新时代

作为支撑海南能源革命的“超级动脉”，该工程不仅为海上风电、光伏发电等间歇性能源提供毫秒级数据传输通道，使新能源消纳率提升至98%以上，更通过全电交叉架构与ASON智能控制，支撑源网荷储全环节的实时协同，实现分布式能源、电动汽车充电桩等10万+终端设备的精准调控。同时，高速网络为200座智能变电站提供100G接入能力，使设备巡检效率提升10倍，故障响应时间缩短至分钟级，有力推动电网向“无人值班+远程集控”模式跃迁。此外，也为博鳌亚洲论坛年会、文昌航天发射等重大活动以及居民生活、工商业提供可靠电力供应，满足各类用户对供电可靠性和稳定性的需求，促进经济社会稳定发展。

随着光通信基础设施的迭代升级，低时延、高安全的联接为AI大模型提供确定性入算联接，华为助力海南电网从传统电力传输向“源网荷储一体化+多能互补”的新型电力系统加速演进，助力点亮海南自贸港的万盏灯火。▲



华为助力泰国MEA 打造高可靠电力通信网络

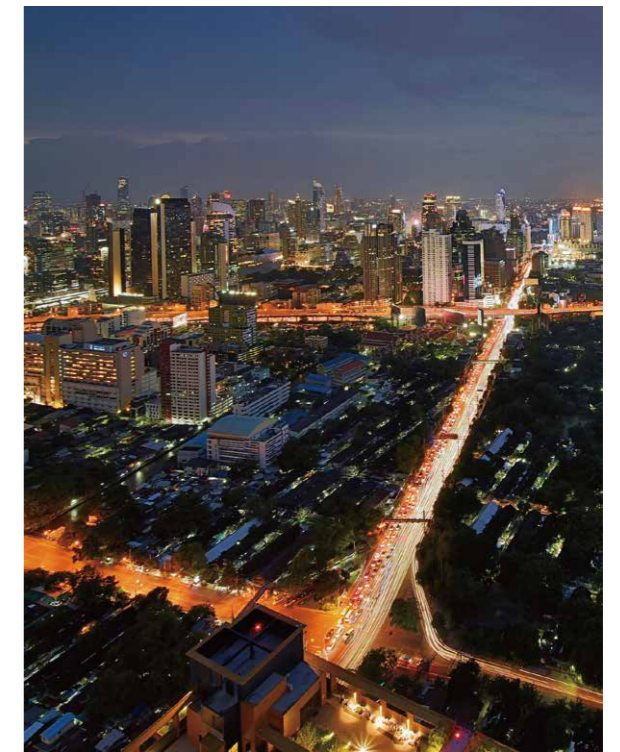
华为助力泰国MEA 打造高可靠电力通信网络

泰 国首都电力局（MEA）成立于1958年，是泰国内政部下属的国有企业，其主要业务是负责曼谷、暖武里府和沙没巴干地区的输变电，业务覆盖总面积约为3,192平方公里，服务客户350万。MEA的收入99.94%收入来自核心业务，0.06%来自其他业务。

MEA将“创新并运营智能能源系统，为城市生活注入智能”作为使命，这也和其企业愿景——“智慧能源，智能生活”完美契合。电力通信网络是电力系统的重要组成部分，MEA认识到，想要实现其使命和愿景，利用尖端技术建设高可靠的电力通信网络势在必行。

MEA现有的ICT网络由三层组成：顶层IT和OT平台；网络层的光纤传输和PON网络以及无线网络；接入层SCADA系统、智能电表、闭路电视、传感器和巡检机器人。对于ICT网络架构改造，MEA希望实现：

- 利用光纤传输构建高安全、高稳定、高可靠的网络，为曼谷、暖武里府和沙没巴干地区居民提供稳定能源供应。
- 提供各种数字服务，改善用户体验。如实现高带宽、低时延，支撑MEA应用、数据中心和物联网系统。
- 推动智能电网发展，为SCADA系统、智能电表、闭路电视、传感器提供灵活服务。





先进的通信网络体现在五大方面：灵活的业务带宽、安全性和可靠性（保护SCADA等业务）、高速和敏捷性（高效部署）、低时延（业务稳定）和用户体验提升。

通信技术从PDH、SDH、WDM和OTN一路演变升级，最新的技术是OSU。所有这些技术都支持原生硬管道（NHP）。过去，硬管道技术用来承载电力生产等业务。随着其不断发展，可以利用OSU技术构建高安全、超低时延、简化架构的统一电力承载网，提高安全性和效率。NHP满足了MEA对尖端技术的所有期望，在五个评估维度均表现优异。

众所周知，SCADA等电力通信业务需要高可靠性，以确保实时性和低时延。此外，由于电力业务的特殊性，不同电力业务需要物理隔离。而且，电力通信网络必须面向未来，支持未来的态势感知和物联网服务。

MEA积极与华为合作，部署了SDH ASON和DWDM OTN网络。华为提供的SDH ASON解决方案帮助MEA在SCADA网络中实现高可靠性，确保业务在2次以上光纤故障时的连续性，这对能源网络稳定性至关重要。华为还为DCI网络提供了DWDM OTN解决方案。OTN方案有助于减少波长数量，实现低时延，实现100%的波分端口带宽利用率，支持在业务不中断的情况下实现灵活的扩容和升级。在此基础上，MEA能够构建一个高度可靠的电力通信网络。▲

“

基于NHP的电力通信网络具有高安全性、超低时延和极简架构，满足了我们电力业务发展的所有要求，既兼容现有业务系统，又面向未来。华为方案完美契合MEA的需求！

——Thanatkit Sawatnanthiku, MEA网络系统司司长

”



确保供电安全：IT基础设施升级， 助力土耳其Eltemtek输电线路 智能巡检

确保供电安全：IT基础设施升级， 助力土耳其Eltemtek输电线路 智能巡检

Eltemtek成立于1983年，是土耳其能源和自然资源部的子公司。如今已发展成为在土耳其能源行业的领先工程、项目管理和咨询公司之一，提供广泛的产品和解决方案，包括信息技术(IT)、配电、传输和测绘服务，以及企业咨询、安全运营以及天然气检测等。在发展过程中，Eltemtek认识到长期成功需要领导力和差异化，坚定高质量目标、不断进行创新探索。

努力成为全球领先的能源公司

Eltemtek 35年来一直是能源领域的可靠合作伙伴，在设计高效系统和流程方面有丰富的经验，并大力投资于研发(R&D)，目前已取得不少创新实践成果。

例如，Eltemtek公司成功开发了空中故障检测系统(AMDS)软件。此软件主要通过AMDS系统使用各种各样的飞行检测器——从无人机和无人驾驶飞行器(UAV)到旋翼机和直升机——来获取电力传输线、库存和变压器中心的静止图像和视频图像，以检测输电线路现有或潜在的故障。若要实现这一点，Eltemtek需要一台可支持高清图像和视频的实时处理和分析的、能连接到AMDS的强大服务器。

然而，Eltemtek研发中心现有两个数据中心的存储性能，均难以满足数据有效访问的需求。因此，找到一种可与传统基础设施无缝集成，维持稳定的工作流程并能解决存储可靠性问题的解决方案十分必要。





可靠、高效和可持续的服务

Eltemtek始终致力于可持续发展，以减少产品和业务运营对环境的影响为长远目标，而全新的数据中心助力加速实现目标，用更环保的固态硬盘(SSD)替代传统的硬盘驱动器(HDD)，同时全闪存带来了更低的电力和冷却成本，不仅提高了公司的利润，也使性能提升了20倍、容量增加50%。

华为Atlas Servers为AMDS供电，输电线路检测效率大幅提升，缺陷管理明显提升。Eltemtek现在可以在紧急情况下做出更快、更好的决策，甚至可以提前计划，最大限度地减少当地居民和政府的停电中断。

如今，当紧急事件发生时，Eltemtek可以快速、精准地响应，甚至提前预警计划，最大程度地减少了当地居民和政府的断电情况。 ▲

“

可靠的IT基础设施对Eltemtek的工作至关重要，它保障了土耳其的电力供应，研发中心在输电线路的检查中发挥着关键作用。华为不负所望，为我们提供了高质量的解决方案和全天候的支持，他们是我们真正的战略合作伙伴。Eltemtek赞赏与华为的合作关系，并期待着通过双方的共同努力实现未来目标。

—— Koray Cetin, Eltemtek IT总监

”

全球200+ 电力企业选择华为 共创行业新价值



中国华电： 智算新能源，逐“绿”追“风”

中国华电： 智算新能源，逐“绿”追“风”

自 2024年6月，我国新能源发电装机规模已超过煤电，标志着我国在新能源发电领域取得了历史性突破。然而新能源发电存在随机性、波动性和间歇性特点，给电网安全稳定运行带来新的挑战。

对此，能源监管单位对新能源电站功率预测的考核从无到有，日趋严格。面对行业对快速高精度预测需求的普遍呼吁，中国华电集团有限公司（简称“中国华电”）党组立足实际，提出加强人工智能创新联合体建设，研发具有华电特色的电力领域场景模型，落地推广典型智能应用，打造华电特色“人工智能+”应用创新体系。

前期，中国华电、玖气象、华为等企业共同发布了“基于AI大模型技术新能源气象功率预测解决方案”。中国华电数字化中心负责同志表示中国华电积极响应落实国务院国资委“AI赋能产业焕新”专题会议精神，将打造具有华电特色的“1+6+7+9+N”的“人工智能+”创新应用体系，全面覆盖沙戈荒大基地、水风光一体化等特色场景以及新能源、水电、火电、煤炭等重点领域，推进产业链上下游联动，实现资源共享、跨界融合和联合创新。

绿电有羁绊—智算方案呼之欲出

当前新能源进入快速发展阶段。然而新能源发电“晚峰无光”、“极寒无光”、“高温无风”影响着发电质量，给电网调度带来挑战。

面对这种情况，电网侧首先出招，逐年提高新能源并网的考核标准。以江苏省为例，2022年地方能源监管单位发布的《华东区域电力辅助服务管理实施细则（模拟运行稿）》和《华东区域电力并网运行管理实施细则（模拟运行

稿）》对新能源功率预测有了更高的要求，对超短期、中短期预测进行考核，要求电站定期上报发电功率预测数据，预测不准的电站将被考核。

预测更准，绿电更“稳”，一套高精度气象功率预测的“智算”方案千呼万唤始出来。在中国华电统筹下，华为联合玖气象共同推出基于AI大模型技术的新能源气象功率预测解决方案，并在华电江苏公司风光试点场站落地验证。

AI“盘古”出击—挖掘过去预测未来

江苏是东部沿海新能源大省，随着近年来风电和光伏装机快速增长，如何提升气象功率预测准确性，减少江苏省两个细则的考核，是摆在华电江苏公司在内的每一个新能源企业需要破解的难题。

传统的数值天气预报对风速和辐照度变化进行预测，这种基于大气动力学的模型复杂，近十几年没有新突破，完成一次预测需6小时至10小时，用时长且时效性较差。

中国华电与华为合作，依照新能源发电企业业务层级特点，启动开展了“集团气象大模型—区域微观气象引擎—场站边缘功率预测业务系统”云边协同三层架构新能源气象功率预测解决方案的试点验证。

强大的解决方案离不开高质量数据源和强大算力的支撑。玖天气象作为能源电力领域专业气象服务商，可提供中国区域高精度、细颗粒度气象数据集，支撑大模型通过海量数据挖掘潜在气象变化规律。

同时，模型运行在AI专用NPU芯片（昇腾），替代了传统超算平台CPU计算方式，使得原来的“串行计算”变成“并行处理”，一台昇腾AI推理服务器可以秒级完成一次原来需要10小时的气象预测，速度提升上万倍。

智算“双效益”—AI实践一路生花

中国华电积极引入AI大模型技术，在华电江苏新能源试点场站，超短期15分钟预测准确度97.24%，4小时预测91.72%，中短期24小时内预测整体达到90%以上，预测效率大幅提升。

与此同时，它还能帮助发电企业算好经济账。根据试点验证数据测算，通过对新能源功率预测实现“智算”，可将华电江苏试点场站2024年上半年考核费用分别减少27%和15%左右，降低电站运营成本。这是气象大模型技术与中国华电业务应用场景的深度结合，也将是气象大模型在新能源功率预测领域规模化应用的开端。

当然，方案的其它业务价值也不容小觑：一是设备维护和检修更合理，选择无风和低光照时间段对设备进行维修，从而减少发电量损失；二是支撑电力交易报价更精准，通过精准功率预测了解市场内发电能力的变化，优化交易策略，实现收益最大化；三是支撑电网调控更精准，减少储备电源，

方案配合电网的调度系统应用，提高电网消纳风电和光伏电力的能力。

实现“双碳”，能源数智化转型是关键。AI大模型技术深度融入功率预测场景，将进一步激发电力行业创新活力，深度赋能发展，加速形成新质生产力，引领新能源行业向更高效、更安全、更可持续的方向发展，更好保障我国能源安全、提升能效，实现高质量发展。▲



AI驱动宁洲智慧电厂建设新风向， 织出智慧电厂“安全网”

AI驱动宁洲智慧电厂建设新风向， 织出智慧电厂“安全网”

随 随着我国数字化转型加速，智慧电厂已然成为电力行业发展的新风向。当数字化技术全面融入电力生产经营各环节、各类调度监测系统中，电力设备规模大幅增加，极端事件多发，对电力安全工作提出更高要求。

为了应对智慧电厂安全建设问题，滨海湾公司宁洲智慧电厂深度联合华为，打造了“安全、智能、绿色、高效”的智慧电厂体系，运用现代科技手段推动电厂安全治理数字化转型升级，全面实现了控制智能化和管理智慧化，构建电厂安全治理长效机制。智慧电厂体系的建成不仅切实保障粤港澳大湾区能源供应，也为集团及火电板块的智慧化探索积累了宝贵经验。

聚焦安全建设为智慧电厂建设搭建一个“安全网”

宁洲智慧电厂作为国内单机容量最大的燃气电厂，目前已建成3*700MW等级9HA.02型燃气—蒸汽联合循环热电冷联产机组，是当前世界上技术最先进、单机功率最大以及效率最高的燃气机组。但是，在项目建设过程中，因地区广、班组多、环境杂，安全生产形势较为严峻，难以满足工地安全管控要求，同时，因施工难度大，易发生安全隐患，此外，在改良传统管控中各类监测终端数据多，人工复核无法保证及时性和有效性入手。如何给电厂建设安上一张“安全网”成了亟待解决的问题。

对于宁洲智慧电厂而言，智慧电厂的建设不仅仅与提供更加安全优质的电力保障有关，还有安全管理、风险预警与识别、人员安全保障等多方面的考量。最终，海湾公司宁洲电厂选择携手华为、深圳铁越，为电厂建设罩上一张“安全网”，驱动电力建设向着新业态发展。

AI赋能智慧电厂建设锚定电厂安全发展方向

智慧电厂作为新型电力系统的核心组成部分，代表了电力行业生产方式的一次革命性进步。作为全球领先的信息与通信技术（ICT）解决方案供应商，华为以人工智能等新技术为抓手，以华为FusionCube超融合计算平台为基础，通过ROMA数据融合平台，为宁洲智慧电厂在安全方面构建全场景解决方案，打造高效安全的智慧电厂体系。

AI分析管理平台——智慧电厂的AI管家

智慧电厂基于统一的AI分析管理平台提供的边云协同能力，达到降低成本、提升模型性能、保护数据隐私等效果。AI+大数据技术在生产建设、运行管理、安全监管等方面形成全面的运营管理体系，实现全厂数据统一、标准统一，打通采购、库存、设备管理等系统孤岛；以RDS编码为核心，统一资产编码体系，多码联动关联，实现设备资产全生命周期跟踪和统一管理，聚焦可靠性、经济性与安全性。

统一AI分析管理平台具有“万物感知”与“万物智能”特点，通过视频AI算法与作业相结合，多维智能联动，实现从“人找事”到“事找人”，从源头上预防安全隐患，降低安全事故发生风险，真正的做到“安防可视”、“灵活联动”。

ROMA数据融合集成平台——打造工地安全管控的智慧眼

为了电厂建设安监工作的顺利进展，项目打造了智能AI警告系统，采用“前后端灵活计算”的统一视频分析结构，通过前端SDC的AI联合后端大算力引擎，发挥前端实时性强和后端计算精度高的优势，当发现存在安全隐患环节和人员时，前端WEB和移动应用及时提醒管理人员提前进行预警和干预。

同时，系统还采用了计算数据与业务数据融合方式，将算法分析数据接入到ROMA融合集成平台，在集成平台中与业务数据统一解析，实现跨网、跨域、异构数据的融合，将电厂数据资产沉淀，最大化挖掘数据价值。

高精度AI算法——安全管控的得力帮手

基于华为开放的硬件平台，合作伙伴的算法与华为的硬件能够进行深度融合，实现更高效的数据处理和智能分析。在电厂基建期及生产期，华为联合深圳铁越推出覆盖安全作业全部10大类、15余种算法，根据不同场景分析，对算法模型针对性逐步迭代，并创新使用多级算法，实现疑似违规到高清抓拍，多种手段提升精准性，推进电厂作业安全管控的数字化。算法部署后，从每日发现违规行为10余起，到两月后偶发违规行为，作业场所违规行为下降87%，优化安监人员39%的工作。

算法识别的告警信息通过智慧电厂算法管理平台，推送给相关安监部门人员，安监人员在平台上可查看AI告警分析结果图片，可以精准定位违章人员或者设备故障位置，从而快速、高效的检查厂内作业人员安全及设备安全。

模型快速部署调度——适应多场景作业要求

根据工地作业要求，算法模型的部署需要根据作业位置、监管场景，及时调度对应的算法分析，以适应场景的快速迁移，达到监管有效覆盖和资源有效利用。华为项目组基于超融合软硬件集成一体化基础设施平台，针对不同的作业场景，自动灵活将对应场景的算法组合从模型仓库中，配置到边端SDC或中心计算模块中，实现随业务场景变化做到算法弹性管理。同时，模型仓库的建立也提高了算法优化速度，进而提高了算法的准确率，算法部署也变得更加的便捷。

目前宁洲电厂安全帽、安全带、积水等超18种算法部署。算法模型的快速部署调度为智慧电厂的安全监管提供了强大的技术支持，实现了算法工程落地的最后一公里。

发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点，华为积极贯彻“先进性、实用性”原则，以数字化技术实现滨海湾智慧电厂建设的全面落地，共同将滨海湾电厂建设成为“国内的标杆、世界的窗口”。▲

全球200+ 电力企业选择华为 共创行业新价值



智慧电厂升级：华为FusionCube 超融合携手广东粤电惠州大亚湾 打造数智化电力新生态

智慧电厂升级：华为FusionCube 超融合携手广东粤电惠州大亚湾 打造数智化电力新生态

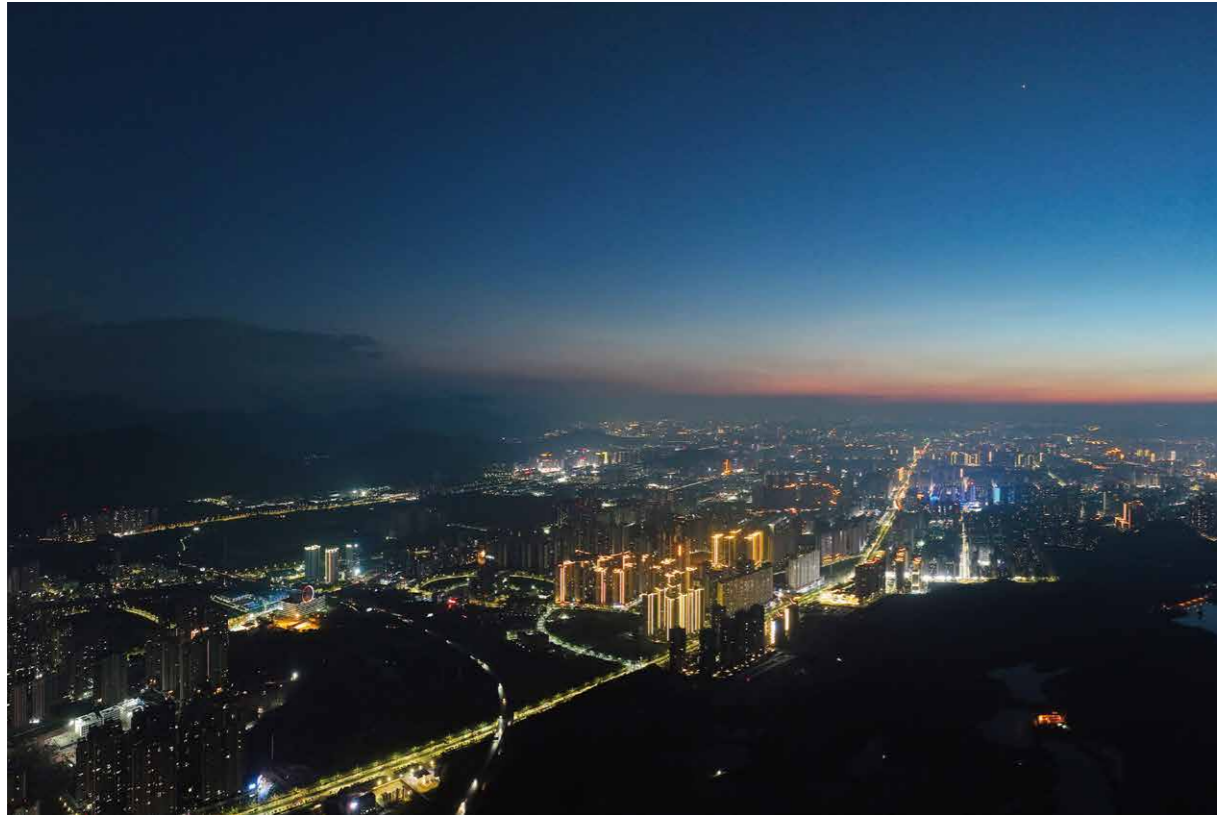
近年来，随着我国数字化转型步伐的不断加快，电力行业正朝着信息、智能、和绿色的方向稳步迈进。在“十四五”规划引领下，各地方政府也纷纷出台针对性措施，从实际操作层面推动智慧化改造，助力电力企业加速完成现代化升级目标，为整个行业的高质量发展注入强大动力。

然而，在这一快速发展的过程中，传统电厂也面临着诸多严峻挑战。运行人员技能水平参差不齐、经验传承难以积累，设备老化增加故障预测难度，人工巡检效率低下等问题依然存在。同时，各种软件系统之间缺乏有效衔接，信息孤岛问题阻碍了统一协作平台的建立。此外，高额的燃料价格、严格的环保要求以及碳排放政策的压力，也进一步增加了清洁能源运营成本。这些问题不仅限制了传统电厂的高效运行，也对其可持续发展提出了更高要求。如何突破这些瓶颈，实现智慧电厂的全面落地和转型升级，成为当前电力行业亟待解决的重要课题。

在这一背景下，广东粤电惠州大亚湾综合能源公司与华为携手，共同打造国内领先的智慧电厂——广东粤电惠州大亚湾智慧电厂。通过华为FusionCube超融合异构双栈架构的数字化底座，成功实现了全栈自主化智慧电厂应用的落地，有力推动了客户在数字化基础上的智慧化转型，提升了电厂运行的安全性、稳定性和效益，为客户创造了如下核心价值：

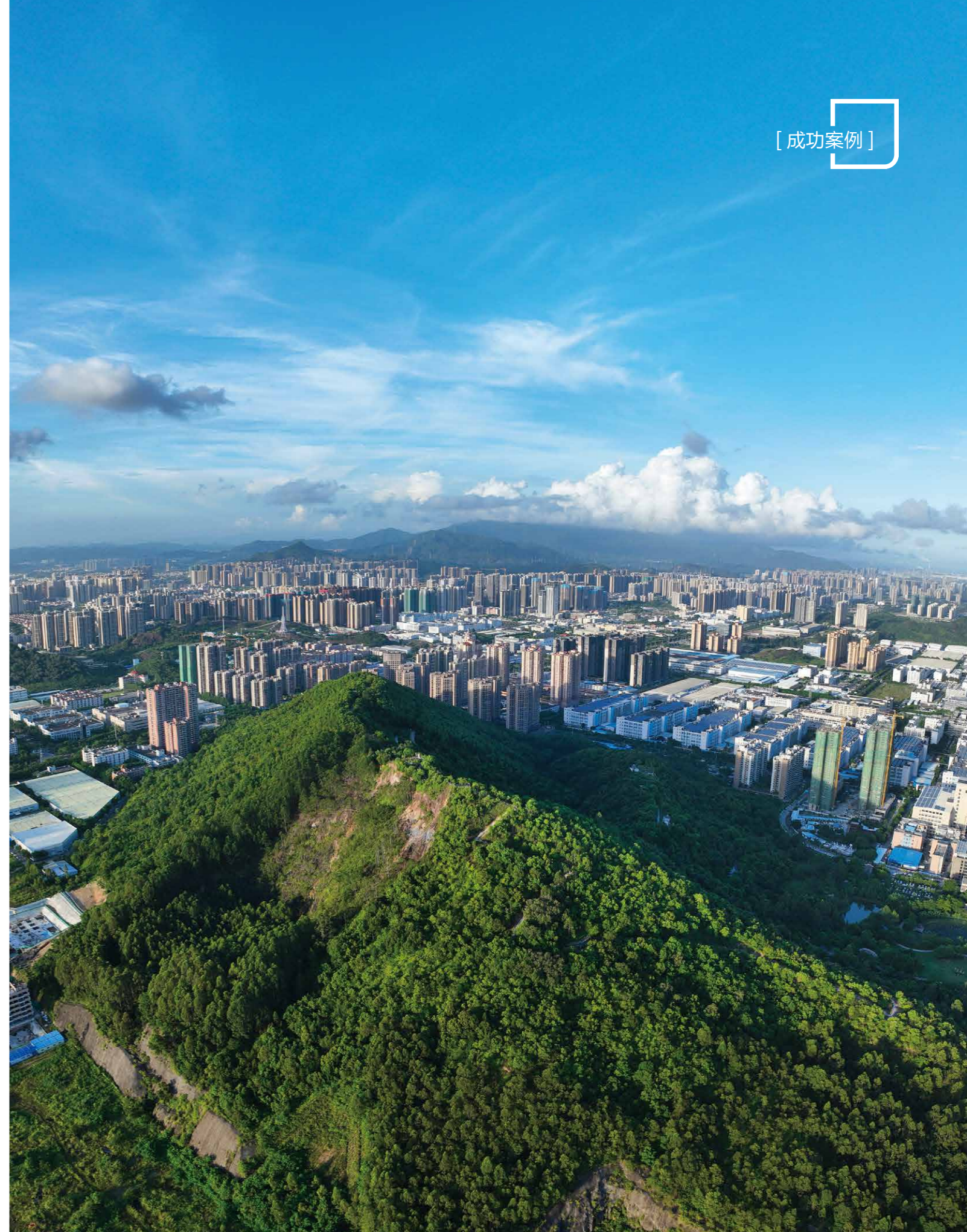
自主一体化IT平台：通过华为FusionCube超融合基础设施的一体化架构和全栈自主创新解决方案，广东粤电惠州大亚湾智慧电厂项目实现了异构IT基础设施的统一支撑，确保了运行环境的安全性及稳定性。同时，通过引入双栈架构的技术方案，构建了智能、高效、可持续发展的智慧电厂运行体系，达成了一体化运营管理目标，提升了电厂的技术自主性、安全性和扩展的能力。

管控效率提升：通过管控和数模的一体化深度融合，打破电厂数据孤岛，实现生产、管理、运维与安防数据的联动融合，大幅提升运行管理水平。依托全流程数据中枢，从采集、清洗到模型构建和可视化应用，全面支撑设备全生命周期管理、运行优化及经营创新。利用三维与视频联动减少违章，大数据分析优化机组参数与操作流程，电厂安全管理、设备运维和运行效率分别提升30%与20%，实现高效管理、科学决策和智慧化升级陈述。



· **低成本高效能:** 基于FusionCube超融合一体化平台, 支持异构共管架构的实现, 能够利用先进的在线优化控制与分析技术, 实时调整运行参数, 从而提升机组效率和运行稳定性。同时, 这种架构显著降低了能源消耗, 提高了资源利用率。其灵活轻量的扩容能力, 能够很好地适应未来需求的变化, 为客户节约30%的投资成本。通过技术和管理手段的结合, 不仅成功降低了电厂整体的投资和运营成本, 还为未来的灵活扩展和演进提供了强有力的支持。这是一种具备低成本、高效率、可持续发展的解决方案。

华为FusionCube超融合携手广东粤电惠州大亚湾综合能源公司, 成功打造了区域首个轻量化智慧电厂解决方案, 为电力行业的智能化转型提供了重要参考。未来, 双方将继续深化合作, 推动更多电厂项目的数智化升级, 携手共建更加高效、绿色、安全的智慧电力生态。▲



华为星河AI融合SASE解决方案， 助力尼日利亚EEDC配电局， 打造高质量的智能安全防护体系

华为星河AI融合SASE解决方案， 助力尼日利亚EEDC配电局， 打造高质量的智能安全防护体系

埃 努古电力分销公司（EEDC）是尼日利亚电力分销公司之一，有18个业务区，5个覆盖州，服务约140万终端用户。客户现网边界安全防护设备和终端安全软件，以静态防护为主，无法应对AI时代快速增长的未知威胁。

电力网络两大核心痛点，掣肘智能配电转型

作为关系国计民生的核心能源企业，EEDC的配电网络直接影响电力供应稳定性与民生服务质量。随着智能电表、配电自动化等业务的全面落地，现有网络架构难以适配电力业务的高可靠、高安全的需求，两大挑战需要快速解决：

设备性能差，业务中断频发

老旧的设备存在安全防护性能不足、运行效能衰减等问题，引发配电核心计费系统访问中断，居民及商业用户购电服务、电费实时核算服务受损。

人工排查，威胁处置耗时耗力

客户年度安全运维支出约为5-10万美元。其根本原因在于过度依赖人工进行日志调取、筛选与分析，不仅处置效率低下，还易因人为操作失误，进一步推高运维成本与业务风险。

为破解上述难题，EEDC携手华为，依托华为星河AI融合SASE解决方案，打造智能电力网络体系，为非洲能源行业数字化转型建立新灯塔。

华为星河AI融合SASE解决方案，助力客户电力网络升级

针对EEDC电力业务特性及核心痛点，华为以高性能设备的高并发处理与高阶安全防护能力为支撑，保障配电核心计费系统7×24小时稳定可用，从根源杜绝设备性能不足、防护缺失引发的业务中断，精准挽回经济损失；同时，鉴于现网设备即将EOS（停止服务），华为将统筹完成全网500套ESET EDR终端防护设备、2台FT防火墙（含配套管理分析系统）的迁移部署，搭建统一管控平台，实现终端与网络安全的集中化管理、协同化运维。

设备性能，安全防御性能大幅度提升

华为新款防火墙具备万兆级转发能力与多核分布式架构，可轻松承载工业控制系统（ICS）与海量IoT设备（电表、传感器、配网终端）的并发通信，转发延迟低至微秒级。其中新款设备USG6635F的威胁防护性能可达7Gbps，并发会话数达到两千万。这种新款高性能设备保障了配电核心计费系统，工业控制管理等核心业务系统零中断。

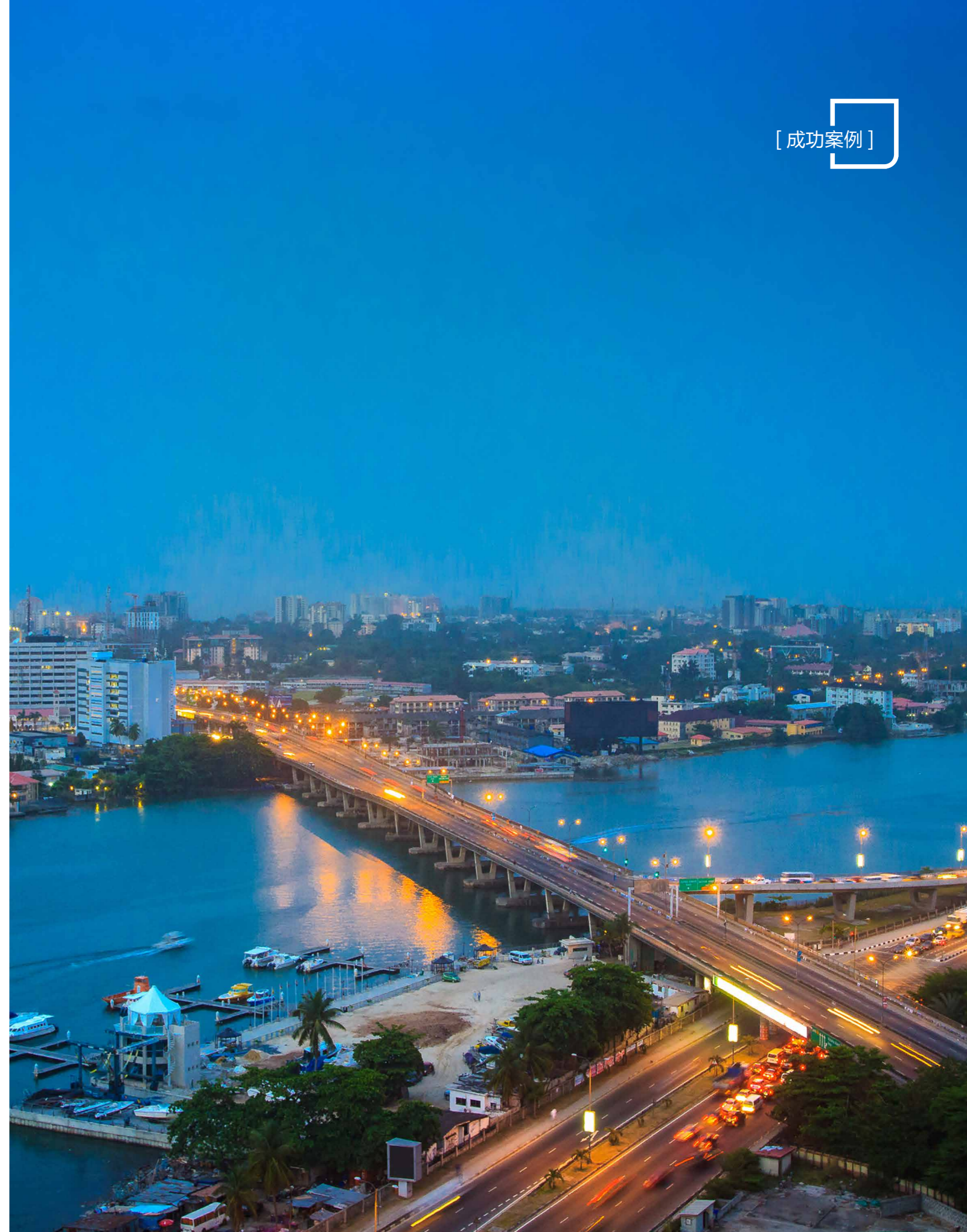
网络终端联动处置，分钟级威胁闭环

依托华为iMaster NCE统一管控平台，构建“终端-网络”深度联动防御体系：通过平台实时同步终端威胁情报与网络安全状态，一旦监测到主机异常行为或恶意攻击，立即触发全网范围内的威胁封堵策略，精准阻断攻击源与受影响主机的网络连接；同时，将风险源拦截在接入层、边缘等近源位置，从根源遏制攻击横向扩散；平台内置标准化安全事件处置剧本，可实现威胁识别、告警推送、策略下发、攻击阻断的全流程自动化处置，大幅降低对专业安全运维人员的依赖，提升安全事件响应效率与处置准确性。目前，客户的故障排查时间从原来的小时级缩短至目前的分钟级。运维成本每年约节省数万美元。

标杆引领，赋能非洲能源行业数字化转型

作为EDR与防火墙联动的标杆项目，华为帮助客户打造了高质量的智慧电力网络体系，实现两大核心价值：安全价值：构建“终端+网络”双层防御体系，提升防护性能，保障电力供应稳定可靠；效率价值：运维效率提升90%，Opex降低80%，实现了降本增效。

面向未来，EEDC将与华为深化战略合作，基于星河AI融合SASE解决方案，进一步拓展新能源并网、电厂电站的网络场景，构建更智能、更安全的能源网络。该项目的成功落地，不仅为尼日利亚电力行业数字化转型提供了可复制的标杆经验，更推动华为“终端安全+网络安全”一体化防护体系成为非洲能源行业的首选，引领非洲能源行业迈入智能网络新时代。▲



迪拜水电局DEWA： 打造迪拜电力的数字未来

迪拜水电局DEWA： 打造迪拜电力的数字未来

DEWA是为阿拉伯联合酋长国(UAE)人口最多的城市——迪拜提供电力和供水服务的独家供应商。InfraX是数字迪拜电力和水务局(DEWA)的信息和通信技术部门，专注于以数字技术为客户提供增值服务。2017年，DEWA成立数字部门Digital DEWA旨在通过发挥数字技术方面的主导作用，打造一个新的城市的数字化未来。

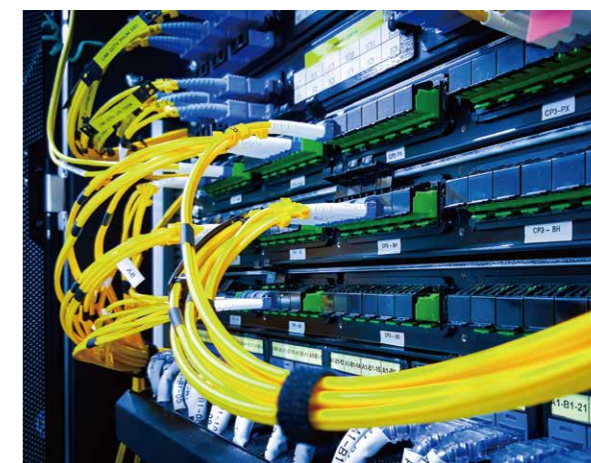
实际上，DEWA也是世界上第一个数字公用事业公司，使用自主系统进行可再生能源、存储、扩展到人工智能(AI)的采用和数字服务。

业务挑战

Digital DEWA明确了电力运营IT云化战略，它的基础设施包含来自IaaS层的多个供应商，数据中心之间具有主备关系，这无疑增加了带宽需求，并导致企业服务迁移到云后所耗流量较大。

由此可见，InfraX的智能电网服务需要升级，增加带宽，提高整体运营和维护效率；降低成本，提高成本效益并支撑未来的业务发展。

因此，Digital DEWA积极寻求升级其数据中心互连(DCI)网络，以提供可跨三个数据中心的跨服务接入、大带宽、高可靠性、简化部署和可视化运维。Digital DEWA需要一个专注于降低成本、简化运维、快速响应售后服务和面向未来的、可扩展性的专用DCI解决方案。



解决方案：

华为OptiXtransDC908支持一键式自动部署，仅需8分钟，单纤带宽可演进到88Tbit/s，具备高可靠、高安全性。数字化DEWA有充分的理由选择华为的OptiXtrans DC908。

超大带宽，灵活演进：每机柜9.6T，每光纤48T（Super C波段波长为120），每光纤88T（Super C + L波段波长为220），100-800G可编程，满足未来10年需求，每比特成本更低。

简化部署，智能运维：通过光纤自动发现、自动调测等技术，实现一键式部署和业务敏捷部署。此外，在光纤断裂的情况下，内置FD功能可在3分钟内快速定位故障站点，大幅提高运维效率。梯度光纤故障也可以使用智能算法预测，这与行业其他方案完全不同，在大多数情况下，其他方案都需要外部第三方光学时域反射计（OTDR），这意味着额外的投资和更复杂的管理。

简化的硬件设计：集成设计减少了光学层90%的内部光纤连接。

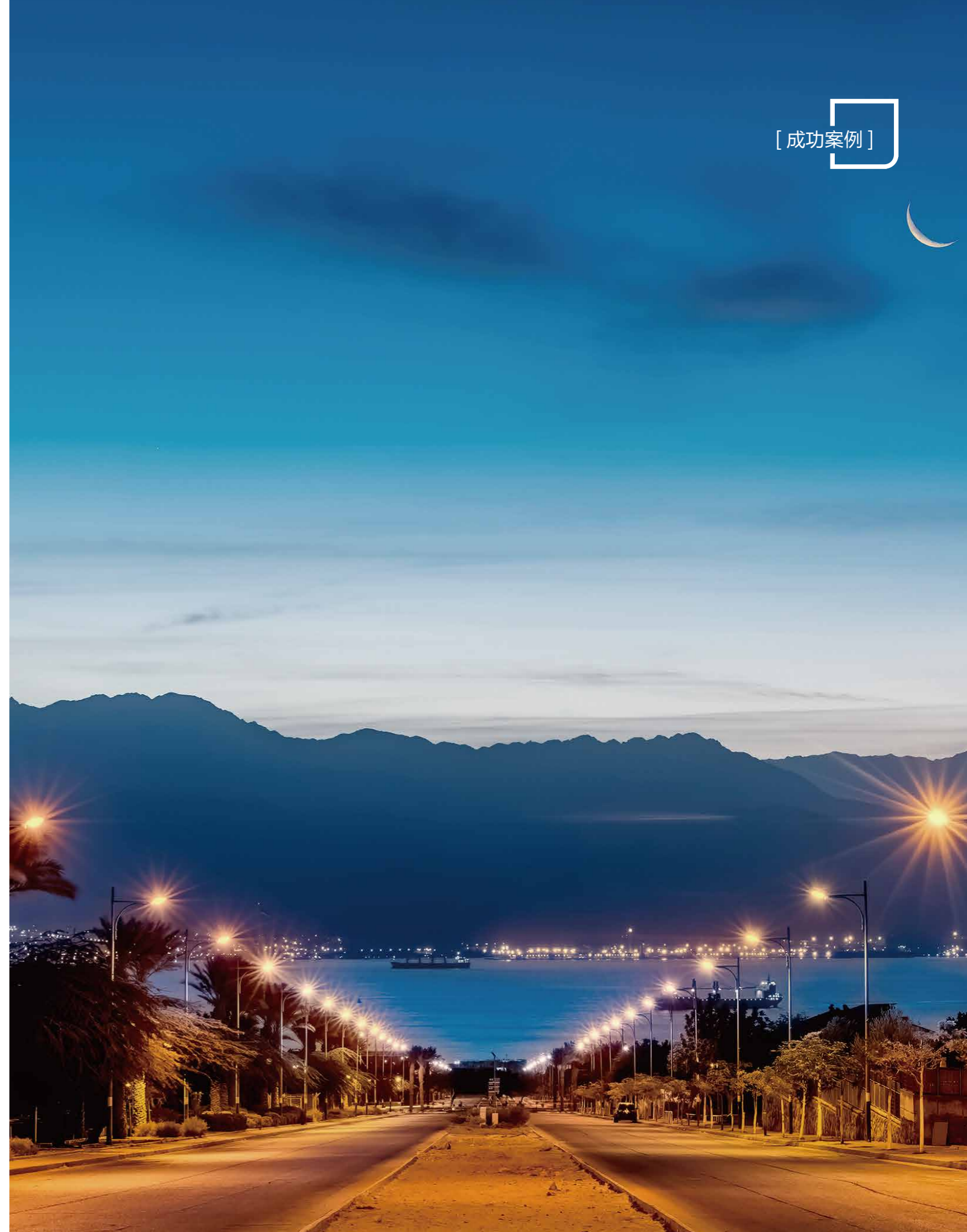
统一接入：支持多种业务，包括FC 32G和100GE，存储和以太网业务统一运维。

高可靠性：华为在光领域拥有20多年的技术经验，知道如何提供可靠的设计：OptiXtrans DC908解决方案中的所有模块都支持1+1备份。

华为价值：

华为打造的专用DCI解决方案充分利用现有光纤资源，支持业务扩展和网络平滑演进。通过部署华为OptiXtrans DC908，一年即可收回自建网络成本，自动调测，简化架构，让Digital DEWA自有IT工程师轻松部署。每根光纤的高容量和OptiXtrans DC908的高集成度，节省了光纤租赁和空间等成本，降低TCO。

未来，华为继续为Digital DEWA提供更优质的产品和解决方案等服务，以满足Digital DEWA的ICT和业务需求，助力建设迪拜电力的数字未来。▲



南非第三大城市 用华为Wi-Fi密盾技术护航 电力园区网络安全

南非第三大城市 用华为Wi-Fi密盾技术护航 电力园区网络安全

坐 坐落于南非豪登省的艾古莱尼市（City of Ekurhuleni, COE），毗邻行政首都比勒陀利亚，是该国城市化率最高（97%）、工业体系最完备的核心经济区之一。作为南非第三大都市圈，艾古莱尼不仅拥有领先的教育、医疗资源与高素质劳动力，更以发达的制造业和服务业被誉为“南非的发动机与车间”。在智慧城市建设的浪潮中，艾古莱尼正加速推进数字化升级，而稳定、高效、安全的网络基础设施，成为支撑其转型的关键支柱。

电力园区旧网络能力不足，升级迫在眉睫

电力保障是艾古莱尼市保持活力的关键之一。随着全球电力园区智慧化转型加速，传统以人工巡检、手工作业的运作模式逐渐由机器巡检、数字化作业所替代，而这一转变过程依赖一个稳定、可靠的网络来提供园区间联接的能力。但艾古莱尼市受限于其老旧的网络基础设施，电力园区智慧化转型工作并无显著成效。通过分析及调研，发现当前艾古莱尼市网络基础设施存在的主要问题为网络信号差、运维管理难及安全防护难。

首先，电力园区现网设备老旧，很多仍然为Wi-Fi 5的设备，网络信号差，覆盖范围小，非常影响园区工作人员办公效率和用网体验。

其次，现有园区无线网络建设较早，没有统一的网络设备管理平台，原有无线网络设备数量多、规模大，出现故障时，需要人工逐一排查和定位，网络运营维护的成本非常高。

最后还有更重要的一层隐患，就是数据的安全问题。据统计，黑客攻击的各行业系统中，政府相关系统占比高达9.5%，与金融、商业与服务行业排名前三。市政电力数据属于政府敏感信息，因此也更吸引黑客的关注。因老旧网络安全性不足，艾古莱尼市电力部门高层们始终担心市政电力关键信息的泄露。一旦产生信息泄露，造成的资产损失会波及数十上百万市民，引发严重的市民投诉。与此同时，艾古莱尼市复杂的人员流动性也给数据的防护带来了潜在的隐患，数据安全问题必须未雨绸缪。

面临上述三大难题，艾古莱尼市市政电力部门与华为联合，基于华为星河AI高品质千兆园区网络，围绕三个核心目标开展升级。

极速接入，Wi-Fi 7跃升办公效率

第一，基于华为Wi-Fi 7实现高速无线接入，提高无线网络覆盖度，解决当前网络办公效率低下的问题，为业务增长奠定基础。艾古莱尼市电力园区网络采用华为千兆多速率设备以及Wi-Fi 7设备，极大地提升了园区网络传输速率，生产数据传输、文件下载等效率均提升数倍，且日常办公视频会议等关键应用再也不会出现卡顿，极大提高了用户的体验。此外，Wi-Fi 7还扩大了园区无线网络覆盖范围，实现无死角覆盖，可以保障工作人员随时随地的网络接入。

“以假乱真”，Wi-Fi密盾护航电力园区网络安全

第二，基于Wi-Fi密盾技术全面提升无线网络安全性，避免因无线传输造成的信息泄露。Wi-Fi已是当前电脑、手机接入网络的主流方式，给人们网络办公提供了便利和保障。传统的Wi-Fi无线传输安全性主要基于MAC层对称/非对称密码学的密码加密技术，如WPA2、WPA3协议中的AES加密算法等。但无线信号在空中传播，很容易被黑客侦听，抓取用户报文并存储。暴力破解这些加密算法的时间非常长，一般情况下无线报文都是安全的，但在算力爆发增长的AI时代，如果将侦听收集的报文数据存储，并通过规模化的算力平台破解，短时间内还是有可能导致传统密码体系失效，这也是无线通信相比有线通信最大的安全隐患。

如何从源头上防止报文侦听？华为创造性地提出了从无线信号收发上着手解决侦听问题的新思路，这就是华为独有的Wi-Fi密盾技术。

Wi-Fi密盾技术的原理就是通过AP感知目标用户的准确“位置”信息，然后在发送报文数据的同时输出随机噪声信号。该噪声信号通过算法计算，可以实现仅在目标用户所在的“位置”噪声信号为零，可以解调出正常的报文数据信号；而在目标用户“位置”之外的其他空间，该噪声信号始终存在，非目标用户的无线信号调制解调器只能接收到混杂了噪声信号的杂乱信号，因此无法解调出正常的报文数据，从而从根源上杜绝了无线报文信息的泄露。

Wi-Fi密盾技术，在保障基础的极速接入同时，很好地解决了Wi-Fi网络固有的安全弊端，非常契合对数据安全性和保密性有较高诉求的应用场景，比如政府、金融、技术研发等。这一技术满足了艾古莱尼市政电力园区网络数据安全的迫切需要，根据应用场景需求，艾古莱尼市电力部门在户

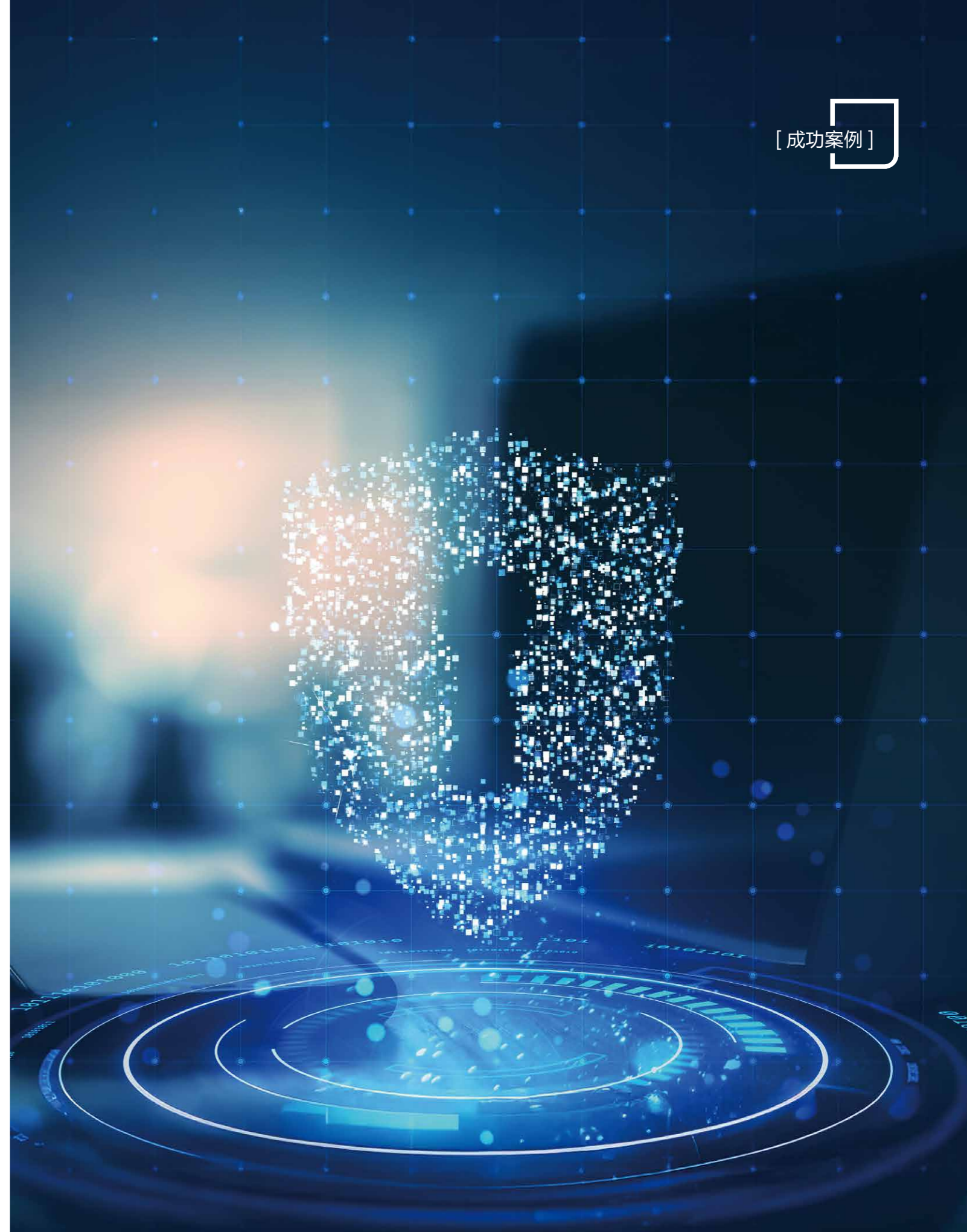
外收费站和园区办公区分别划分了Wi-Fi密盾保护区，进而防范非法的数据侦听和存储。

随着数字化、智能化深入到日常办公、生产、运营等越来越核心的应用领域，数据的安全、管理的安全性也越来越受到重视，仅靠单一报文软件加密的方式防范数据泄密愈显不足。在数据传输通道上再加一把“安全锁”，这正是政务、金融、科研研发等重要领域需要考虑的解决方案。

全网可视可管，数字地图提升运维效率

第三，基于园区数字地图实现网络可视化，建立统一的网络运维管理能力，提升管理效率并降低运营成本。在运维能力提升方面，通过引入华为园区网络数字地图，统一纳管所有设备。园区网络数字地图是集管理、控制、分析和AI能力于一体的网络自动化与智能化管理平台，提供园区网络的全生命周期自动化、基于大数据和AI的故障智能闭环能力。通过数字地图，艾古莱尼市市政电力园区网络从人工排查定位的传统运维方式，升级为具备自动定位巡查和巡检能力的智能运维方式，可以实现网络问题分钟级定位，网络故障一键修复，极大地降低了这一庞大网络的运维成本，网络的运维效率提升90%以上。

艾古莱尼市市政电力高品质千兆园区网络的建设，为更多的政务网络建设，树立了一个先进网络的标杆，也将不断引发更完善的园区网络建设热潮。未来，艾古莱尼市还将携手华为构建物联网及更多智慧应用，如智慧交通、智慧医疗、智慧教育等，以及基于统一通信的指挥和控制体系，提高城市运营效率，真正实现“善政、惠民、兴业”，让艾古莱尼市成为南非的智慧城市先锋。▲



香港电灯有限公司： 打造下一代电力数据中心网络

香港电灯有限公司： 打造下一代电力数据中心网络

面 向未来新型电力系统，建设智能、集约、绿色的新型数据中心是行业趋势。港灯联手华为持续聚焦行业可持续发展，深耕行业数字化，以创新数字化模式助力香港电力行业实现安全、高效、绿色、创新的转型升级。

客户背景

香港电灯有限公司（港灯，HK Electric）自1890年开始为香港供电，是目前世界上历史最悠久的电力公司之一。百多年来，港灯致力为香港岛及南丫岛客户提供安全、高度可靠且价格合理的电力服务。港灯供电的可靠性，自1997年至今一直维持于99.999%以上的世界级水平。

港灯在香港经营发电、输配电、供电及提供相关的客户服务，并受与香港特区政府签订的《管制计划协议》所规管。公司一直采用审慎的投资策略与最适切的技术，协助推动香港的经济发展和确保市民享受优质生活，同时致力减低发电过程中的排放，包括增加使用天然气发电以达至持续减排目标，缔造更绿色的香港。

业务挑战

为打造面向未来的下一代电力数据中心网络，为全面演进为软件定义的数据中心（SDDC）铺下基石，港灯需解决目前现网环境的三大困难：第一，客户业务系统不能中断，要求割接转换时间不超过1s；第二，数据中心设备老化，大量设备面临EOX，而且老化的设备故障多发，管理维护成本极高；第三，现网设备类型多，导致管理维护困难，并缺乏运维、排障手段。

为实现高效运营并为客户提供最优质的服务，港灯提出以下几大关键需求：

1. 现网任意割接步骤，业务中断时间小于1秒；
2. 接入交换机与核心交换机之间光纤必须利旧复用；
3. 搬迁中间过程中，出现单DC故障业务能自动恢复；
4. 搬迁后业务路径需要与现网路径完全一致；

同时为保障客户利益，港灯也提出搬迁过程中，必须保证“业务零中断”和“零单点故障”。

港灯数据中心项目是华为数据中心网络发布新场景方案的第一次落地，涉及三个数据中心且对割接可靠性要求极高。华为在提供场景化解决方案的过程中，分析港灯现网环境并发现：港灯现网机柜空间不足无法大量发布新光纤；为实现业务中断时间小于1秒，需要额外增加辅助割接设备；为实现业务路径与现网完全一致，需要部署大量策略控制割接中及割接后业务路径。经分析，华为总结出本项目“演进难”、“部署难”、“运维难”三大难点：

演进难：现网数据中心设备老化，大量设备面临EOX，急需更新。然而电力行业自动控制等系统对中断时间极为敏感，根据IEEE规范要求切换时间仅2-4s，从而要求网络中断时间小于1s，搬迁难度极大，业界厂商无法实现。

部署难：当前数据中心内多种不同系列和款型的交换机混合部署，架构陈旧；不同设备的配置模型和命令行存在差异，导致业务部署强依赖专家经验纯手工配置，不仅耗时长达数周，而且非常容易出错。

运维难：多个数据中心的网络割裂管理，业务无法跨数据中心部署和调度，缺乏DC级的冗余保护。

解决方案

为助力港灯实现传统网络到全新软件定义的数据中心网络的成功转型，华为数据通信产品线数据中心网络领域总裁王王伟先生根据电力行业数字化转型中的数据中心云化、网络SDN化趋势，制定了“易演进”、“易部署”、“易运维”的华为CloudFabric解决方案；同时，他也向港灯分享了华为数据中心网络在开放架构、三方纳管、迁移自动化、自动驾驶网络等方面的持续演进。

华为数据中心网络CloudFabric解决方案已在全球超过2万家客户成功部署，在电力行业亦有广泛的应用。其业界领先的L3.5级自动驾驶网络方案，具备“易演进”、“易部署”、“易运维”三大特点，可助力港灯逐个破解当下面临的挑战。

易演进：面对迁移中断小于1s的严苛要求，华为与港灯技术团队联合攻关，创新性地引入了ARP Scanner、ARP Filter、ARP Proxy等辅助设备，解决了二层迁移过程中的现网设备MAC黑洞问题，以及三层迁移过程中的新老网关共存和平滑切换难题，成功实现了秒级迁移核心业务无中断。

易部署：针对港灯数据中心架构陈旧、部署耗时易出错的问题，华为采用了小身材大容量的CloudEngine系列数

据中心交换机，管控析一体的华为iMaster-NCE平台，易扩展的spine-leaf网络架构和Netconf、Telemetry等开放协议，构建了业界最先进的SDN网络，实现了港灯数据中心网络的架构简化，不仅部署效率从周级提升到天级，而且依托SDN控制器的仿真引擎保证了部署不出错。

易运维：针对现网多个数据中心割裂运维，缺乏DC级可靠性的问题，华为帮助港灯打造了多DC统一管理的双活数据中心网络，业务可以跨数据中心部署，灵活调度；同时在数据转发面和管理控制面都有多级的冗余保护机制，极大提升了整网的运维可靠性。

客户价值

项目基于港灯现网环境，以首创割接方案实现秒级切换核心业务无中断，华为CloudFabric解决方案为港灯打造面向未来的下一代电力数据中心网络，为港灯未来全面演进软件定义的数据中心（SDDC）确立了坚实的基础。

港灯营运董事郑祖瀛先生表示港灯自2021年起寻找能扩展和延伸现有数据中心网络的解决方案，华为作为全球领先的信息与通信解决方案供货商，为港灯提供了一套具备前瞻性和创新理念的成熟解决方案。项目落地适逢香港第五波疫情，各方并肩作战确保实施工作于2022年底顺利完成。

未来，港灯将进一步推进数据中心网络IP网段和边界网络的虚拟化，以期通过细粒度分割网络（FGSN）提供更好的安全性、提高数字化转型灵活性以及增强数据中心可靠性，从而确保业务连续性。港灯亦将继续与华为深化合作，探索ICT基础设施建设的更多可能性。



未来展望

华为公司副总裁、电力数字化军团CEO孙福友指出：“一直以来华为与港灯紧密合作，在终端侧互动、发电厂周界安全、低压管理系统、配电房智能视频分析、老旧设备监测管理等方面联合创新，该项目将为港灯提供更加灵活开放的网络服务。未来，电力行业还需应对‘能源结构绿色化、电网调控柔性化、用电模式互动化、源网荷储协同化’等挑战，我们将会与港灯继续携手合作，善用ICT技术助力港灯解决问题及创造价值。” ▲

“

港灯一直在寻找有可靠经验的、有扩展和延伸空间的数据中心网络解决方案。这个解决方案必须能平滑迁移现网环境，并符合行业标准。华为的解决方案适配于港灯，因为它是符合公开标准的经济高效解决方案。该体系结构与密集波分复用光纤主干结合，解锁许多功能，包括软件定义的网络及网络虚拟化。有了这些能力和具体迁移计划，全新的数据中心网络已成功上线，并为将来数据中心进一步虚拟化提供坚实的基础。

——邵振强，港灯项目技术负责人

”

华为全光园区解决方案助力柬埔寨 达岱水电站建设， 加速数字化转型发展

华为全光园区解决方案助力柬埔寨 达岱水电站建设， 加速数字化转型发展

水 利发电作为与社会民生紧密相关的能源建设，逐步完善数字化基础设施势在必行，达岱水电站作为水利发电的先头兵，将园区数字化创新改造当成数字化转型的首要任务之一。

达岱水电站距柬埔寨首都金边261公里，位于柬埔寨西部的豆蔻山脉西南侧国省境内的达岱河上。公司水电站连续多年获得柬埔寨国家电力公司颁发的“运行优异发电企业奖”；2018年获得所在地柬埔寨国省政府颁发的“社会贡献奖”。截至2021年，达岱水电站累计上网电量超过70亿kWh，累计安全生产2600多天。

随着数字经济的发展，柬埔寨政府发布了《数字经济和数字社会政策框架》，制定了以建设数字基础设施等目标的139项具体措施。水利发电作为与社会民生紧密相关的能源建设，逐步完善数字化基础设施势在必行，达岱水电站作为水利发电的先头兵，将园区数字化创新改造当成数字化转型的首要任务之一。当前柬埔寨的数字经济基础建设现状较为缓慢、缺乏ICT（资讯和通讯技术）人才，达岱水电站的数字化转型改造面临着如下的挑战：

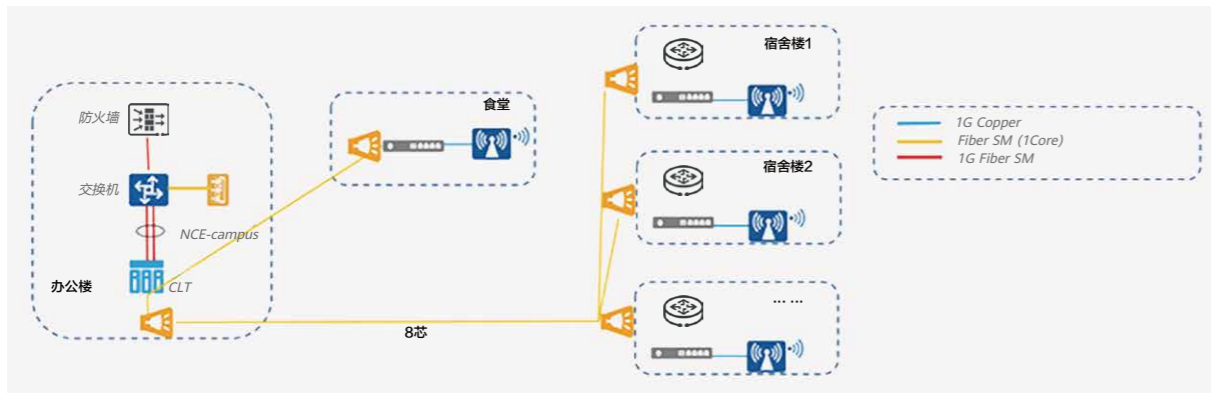
网络带宽不足，体验差：传统方案采用交换机级联组网，通过网线进行传输，当距离达到100米时，速率只能达到16Mbps，网络速度慢且不稳定，90%的网线难以演进到千兆线缆；

新业务上线难，建设复杂：园区内存在着电话、上网、高清电视等多种业务，各业务系统均分开建设，布线复杂，新业务无法快速上线，导致多网络、多设备层叠，扩展性较差。

基于以上的网络挑战，达岱水电站正在为园区寻求一个面向未来的高速稳定，且可以同时承载多种业务（包括上网、应急电话、视频回传等）的网络。此外，整网需要绿色节能，满足水电站可持续发展的需求。

对此，华为提出了创新的全光园区解决方案，以适配达岱水电站的网络挑战及诉求。





该方案结合了无源光局域网（POL）极简架构和IP技术的优势，不仅应对了客户园区的挑战，还带给客户如下的核心价值：

高速稳定，面向未来：千兆到终端，让水电站用户随时随地可以体验高速、稳定的网络接入。同时，全光园区方案支持GPON→10GPON→50GPON平滑演进，免平台更换，满足未来海量数字化应用对大带宽的需求，例如信息回传、应急电话等。

融合承载，极简运维：全光园区方案将光纤延伸至房间，为宿舍提供高清电视、办公区域提供高速网络等服务，实现一纤多业务融合承载。全网统一管理，ONU光终端部署即插即用、故障后即换即通，有效提升水电站园区网络维护效率，达成“一人运维一园区”，降低运维成本70%。

简化架构，绿色节能：以无源分光器替换有源交换机，将传统三层网络架构简化为创新的两层，无需建设弱电机房、取电布线、空调及防灾等配套设备安装，相比传统网络功耗节省60%。 ▲

“

本次达岱水电站全光园区全光方案的部署，给水电站办公和生活提供极致网络体验的同时，也是达岱水电站的数字化转型首先迈出的坚定的一步。园区采用的业界领先的免铜线的全光部署，一根光纤承载了多类业务，运维和部署极简，绿色节能，对水电站的发展有着重要的环保意义。”

—— 王加稷，达岱水电站信息技术主管

”



华为高品质万兆电力园区解决方案 助力墨西哥国家能源控制中心实现 智能化联接

华为高品质万兆电力园区解决方案 助力墨西哥国家能源控制中心实现 智能化联接

墨 西哥——中美洲最大的国家之一、古代文明的摇篮之一，是玛雅文明、奥尔梅克文明、托尔特克文明和阿兹特克文明等文化的发源地，也是目前拉美和世界主要的开放经济体之一。

墨西哥国家能源控制中心（El Centro Nacional de Control de Energía，以下简称“CENACE”）是墨西哥政府的一个分权公共机构。在2013年能源问题宪法修正案之后，它从国有电力公司联邦电力委员会（Comisión Fed de Electricidad）中分离出来。其主要职责包括国家电力系统的运营管控、国家电力市场运维管理，以及为全墨西哥范围内的输电和配电网的扩展和现代化改造制定计划，并一直致力于

成为技术进步前沿的智慧能源运营商，探索新的机会，不断提高其业务质量及服务供给水平。CENACE董事总经理Ricardo Octavio Arturo Mota Palomino指出：“人力因素和技术进步，是CENACE愿景的来源。我们的愿景就是成为卓越的运营组织，为整个墨西哥提供可靠、安全的24小时不间断电力能源供应。”





园区网络优化是重中之重

利用ICT技术促进业务发展和改善服务质量对于能源行业并不是新鲜事。过去两年时间，CENACE努力改善其运营环境，并对电网基础设施进行现代化改造。同时，CENACE还在持续投资，不断增强其通信系统和能源服务，建设智能电网，从而满足墨西哥日益增长的电力需求。

CENACE由分布在全国各地的11个工作中心组成，其中8个是区域控制部，其次是备用中心部和国家中心部，后者是位于墨西哥城的运营控制主管部门。CENACE的ICT技术部门负责人Luis Carlos Molina Flix说：“对于CENACE来说，连接区域控制部门和国家数据中心之间的高速网络必须能够抵御互联故障。作为CENACE的ICT团队，实时共享关键数据对于运营和业务领域同事的决策至关重要，能够帮助他们以高效、安全和可靠的方式运营国家电力系统和电力批发市场。”

为了打造智能化网络，CENACE需要将原来的千兆接入网络升级为万兆园区网络，并满足智能化管理需求，实现快速且准确的网络故障实时定位及检测，完成远程智能化维护。这一系列的网络升级对能源供应和监督至关重要。

Luis Carlos Molina Flix补充说：“通过打造全新的万兆园区网络，用户的连接需求得到满足，信息传输得以加快，网络基础设施故障也随之减少。”

华为高品质万兆电力园区解决方案助力CENACE园区实现智能化联接

CENACE采用华为无线控制器AirEngine 9700-M1和AirEngine系列Wi-Fi AP构建高品质万兆园区网络。AP部署在8个区域的楼道和会议室并采用WLAN Planer工具使用3D模拟，实现了用户无线覆盖以及数据传输零中断。在固定办公

和设备接入区域，CENACE采用华为高性能多速率交换机CloudEngine S5732系列，为终端提供万兆接入。核心层采用CloudEngine S12700E交换机提供100GE接口交换能力，满足多媒体、高清视频流、云应用等高带宽、低时延业务的服务质量要求。

为了解决站点孤岛问题，华为还提供了分支互联解决方案，基于智能选路为用户提供流量最优的网络选择，大幅提升用户体验；同时采用了IPSec隧道对站点间的数据进行动态加密，确保数据安全。分支互联网络及园区内网络通过iMaster-NCE管理平台实现LAN/WAN融合管理，极大降低了管理运维的难度。

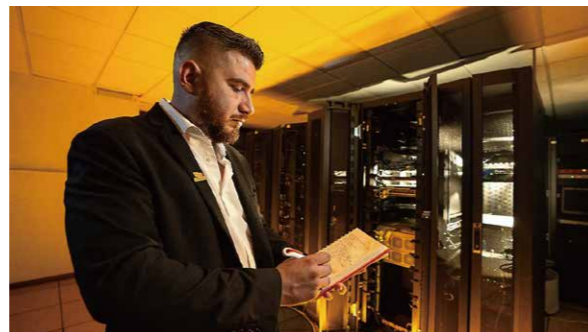
此外，华为iMaster NCE-CampusInsight能够快速、准确地识别潜在的故障和威胁，并支持远程运维，大幅降低运维时间和成本。

新型供电管理模式

华为高品质万兆电力园区网络解决方案助力CENACE实现了电力智能化运营，极大地提升了其业务速度、质量、安全性和可靠性。

“新的园区网络帮助CENACE在网络连通性、速度、可靠性和安全性方面实现了重要目标，我们的运营效率和用户生产力获得极大提升，并且能够满足未来的连接需求。”CENACE基础设施和通信部门主管工程师Jonathan Rosas Ruiz说到。

最后，CENACE常务董事Mota Palomino指出：“CENACE是墨西哥唯一开展电力战略活动的系统运营商，业务需求非常复杂。华为的技术设施能够满足我们的业务需求，为我们的日常工作注入确定性，并为员工和客户带来信心。”▲



印度尼西亚最大电力供应商PLN： 让极致的网络体验 走近印度尼西亚的千家万户

印度尼西亚最大电力供应商PLN： 让极致的网络体验 走近印度尼西亚的千家万户

拥 有粉色海滩的科莫多岛、度假胜地巴厘岛、《国家地理》推荐的全球最佳潜水点之一的蓝梦岛……这些都位于“万岛之国”——印度尼西亚。作为东盟第一大国，印度尼西亚的经济增速多年来一直保持在5%左右，在全球主要经济体中位列前茅；同时，印度尼西亚也是世界上人口第四多的国家，总人口超过2.79亿。

但其经济增速和人口规模不相符的是由于通信基础设施相对薄弱，网络质量差、用户体验不佳等问题亟需改善。“（印度尼西亚的）固定宽带渗透率只有大约18至19%，而我们的邻国马来西亚超过55%，泰国超过70%至80%。”印度尼西亚国家电力公司PLN的首席执行官Darmawan Prasodjo介绍到。

作为印度尼西亚唯一的国有电力公司和最大的电力供应商，印度尼西亚国家电力公司PLN管理着本国电力市场发、输、变、配、用电全产业链。同时，PLN积极推动数字化转型，倡导绿色、创新、体验、精益，并制定了四大发展战略：增加发电能力、重视可再生能源、提升电能质量、发展创新业务。

初涉新业务，运营能力有待提升

为支撑数字化转型，PLN首次建立转型办公室，负责转型突破的计划与执行，同时成立ICT专项子公司ICON+，致力于依托升级改造通信网络以及扩大服务覆盖范围，以提升本国宽带普及率，让更多居民享受到优质的网络服务，同时实现增加企业收入和创新，并提升电力业务的可扩展性，以减轻主营业务收入增长乏力、运维成本逐年递增等经营压力。但作为一家

传统电力公司，PLN缺乏ICT类新业务的运营经验，同时，其市场营销和销售策略也有待优化，具体表现在：

- **业务转型：** PLN营收收入主要来自传统电力业务，需要以电力宽带为业务增长点，实现快速增收。
- **体验提升：** PLN宽带设备有待更新、服务水平有待提升，需要先进的光传送技术，通过大带宽业务提升用户体验，满足如4K视频、游戏、VR等新业务的网络需求，以进一步扩大自有带宽品牌ICONNET的市场覆盖率。
- **建网规划：** PLN宽带网络规划、建设和运营经验较少，需要进行全网统一规划和设计并实现快速部署。

携手老朋友，宽带普及率持续提高

PLN曾与华为有过成功合作，此次，再度与华为携手，双方将合作范围由发电、输电、变电等领域拓展到电力宽带运营业务。基于电力公司现有基础设施覆盖范围广、可复用性高的特点，华为结合自身电力宽带运营经验，为PLN提供了专业支持，包括：

- **咨询规划：** 联合PLN组建联合项目组，团队中包括拥有超过



- **咨询规划：**联合PLN组建联合项目组，团队中包括拥有超过20年电信运营经验的专家和设计人员，为其提供整网的咨询规划设计和经验分享，基于价值区域输出实验局整网方案，与PLN一起动手进行创新实践。
- **产品方案：**依托华为光接入解决方案优势，并结合PLN关注的建网成本、用户体验等要素，华为提供了SingleFAN Pro一站式解决方案（包括设备、机柜等），真正为PLN打造高品质、低成本、快部署的光纤基础设施。

作为全球领先的ICT基础设施解决方案提供商，华为有超30年的丰富经验。华为端到端的产品解决方案与咨询/规

划/设计/集成/交付的全方位服务，助力PLN业务快速上市，完成四年发展两千万线的市场规划，在实现资产快速变现的同时，投资相较运营商发展家宽减少40%。

PLN的首席执行官 Darmawan Prasodjo表示：“现在新冠疫情在印度尼西亚得到了很好的缓解，但我们知道利用宽带连接来工作、生活的方式将继续保持下去。这就是为什么我们需要建设连通性基础设施，PLN也将继续致力于光纤基础设施建设，不断提高宽带互联网普及率，同时始终提高服务质量，为印度尼西亚人民提供极致的网络体验。” ▲

