




版权所有 © 华为数字能源技术有限公司2022。保留一切权利。
非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明

 和其它华为商标均为华为技术有限公司的商标。
本文档提及的其它所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，
本文中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档
仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。


华为数字能源技术有限公司

深圳市福田区香蜜湖街道华为数字能源
安托山基地
邮编: 518084
网址: <https://digitalpower.huawei.com>
support@huawei.com
电话: 4008302118



站点能源十大趋势白皮书





天人合一，生态和谐 共建美好家园

当前，碳中和已是全人类的共同使命，各国家出台多种政策并采取行动，推动绿色发展。面向碳中和，低碳化和数字化是两个大的趋势。低碳化方面：能源结构加速走向发电侧清洁化、消费侧电气化；数字化方面：数字技术驱动人类进入数字文明时代，IT、CT融合，5G、AI、大数据等充分融入到各种产业场景包括能源场景，ICT成为各行业数字化的技术底座。

全球碳净零排放的过程中，ICT既有自身的降碳绿色化要求，又能助力行业降碳，对于实现净零排放至关重要：

ICT基础设施庞大、耗电惊人、碳排量高，5G时代，预计在2035年，即便使用各种节能技术之后，ICT耗电仍将占到社会总发电量的5+%，其中通信基站的耗电量占社会总发电量的3+%（占比60%）。而ICT要实现低碳化，有质量的发展，却又面临着诸如建站复杂、绿色供电、站点能效、智能化管理等多方面的挑战。因此，ICT的发展方向，就是要构建一个绿色、低碳、智慧的低碳型网络。

在2022年，随着技术的发展和环境的变化，在ICT耗电占据主导的通信站点的节能降碳，产生了什么新的变化，未来的趋势是怎么样的，华为发布《站点能源十大趋势白皮书》，邀您一起进行探讨。



CONTENTS

目录

趋势一	能源数字化	01
趋势二	低碳网络	03
趋势三	站点供电绿色化	05
趋势四	站点极简化的	07
趋势五	站点高效化	09
趋势六	全面智能化	11
趋势七	通信站点社会化	13
趋势八	多模架构	15
趋势九	备电走向备储一体	17
趋势十	安全可信	19

趋势一 能源数字化

01

能源数字化是能源演进的趋势

能源技术与数字技术快速融合，在迈向碳中和的路上，最关键的两个方向是发电侧清洁化与消费侧电气化。

发电侧：多种清洁能源比如光伏、氢能正在替代传统的化石能源，以实现发电低碳化；全智能电网正在替代传统电网，以实现输电数字化；

消费侧：在ICT领域，低碳网络正在替代高能耗网络，以实现用电高效化；在交通领域，全面电动化汽车正在替换传统燃油车，以实现用能电气化。

发电侧清洁化



化石能源



燃油车



高能耗网络

消费侧电气化



清洁能源



全面电动化



低碳网络

能源行业正在进行着一场轰轰烈烈的端到端的数字化变革。

ICT是技术底座，Green ICT与ICT for Green是演进趋势

ICT是信息社会的技术基石，也是发电清洁化和消费电气化的技术底座。迈向未来的碳中和，对于ICT来说，最核心的是两个方面，一个是ICT自身实现绿色化和低碳化，即Green ICT，一个是ICT的技术怎么样帮助千行百业走向低碳，即ICT for Green。

Green ICT：预计到2035年，全球基站耗电将占社会总发电量的3%，5G基站碳排将剧增321%，增长惊人。因此，建设低碳网络，实现绿色ICT，将是一个重要的趋势。

ICT for Green：数字化的发展带来新型业务的发展，信息化站点将海量增加，ICT加速与行业业务融合，通信站点朝向社会化融合方向演进，帮助行业降碳。



图：以能源技术与数字技术融合为基础，ICT为底座，构建低碳社会

数字技术与能源技术的融合为基础

5G、AI、大数据等数字技术与能源技术融合，瓦特流融合比特流，用比特管理瓦特，实现全智能协同，最终实现能量流的自由流动，是构建低碳社会和能源数字化的基石以及持续演进趋势。

趋势二

低碳网络



双碳政策与能源危机加速通信行业节能减排

为实现碳中和，各个国家出台了各种政策。如欧洲的《欧洲绿色协议》、《欧洲气候法》，中国的3060双碳政策。同时，运营商也积极探索降碳。

在2021年及以前，运营商更多的是响应政策来实现网络碳中和，在2022年，能源安全问题凸显，全球电价上涨，导致运营商OPEX剧增，运营商在节能降碳上有了更多的内在驱动。

同时，在2022年之前，对于网络是否绿色和低碳缺少标准与衡量指标，2022年10月，ITU-T全球发布首个关于站点碳排放的标准NCle（网络碳排强度），使得站点碳排有了可量化的衡量标准，也将推动降碳发展。

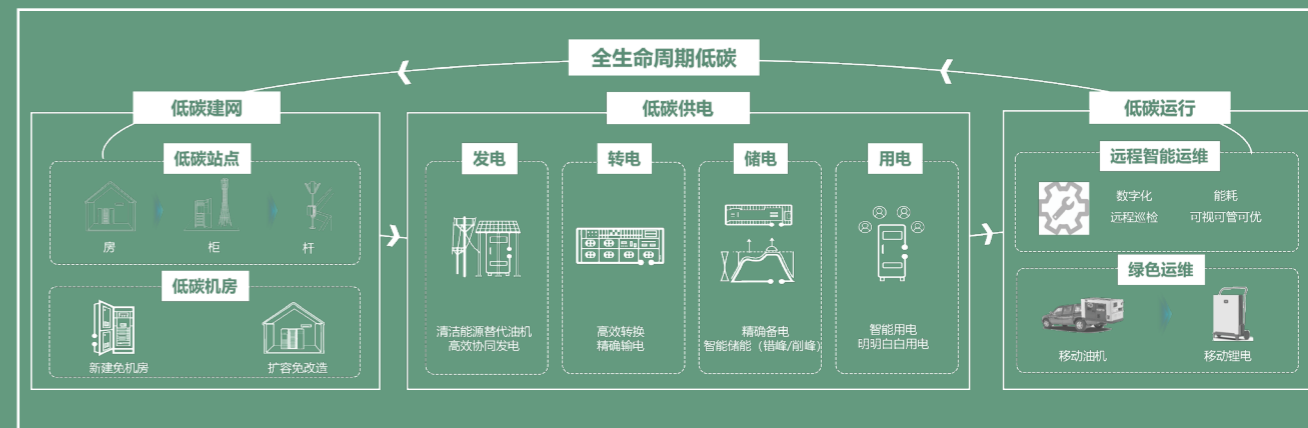
运营商思考构建全生命周期低碳网络

传统网络建设模式复杂：

在建站上，比如其中设备成本只占30%，70%是隐形成本；

在供电上，使用市电油机，能效低，碳排高；在运维上，人工下站运维费用高，站点状态的不可视不可管导致难管理。

因此，各大运营商开始思考从建设、供电、运行全面实现低碳化，构建全生命周期的低碳网络，希望以此满足日益严峻的站点碳排需求。



图：全生命周期建设低碳网络

低碳建设方面：极简建站，降低建设复杂度，全面降低CAPEX；在低碳供电方面：全面使用清洁能源，实现供电的绿电化，同时，从发转储配全链路出发，全面提高站点能效。

低碳运行方面：建立可视可管可优的全站能效与碳排管理，实现站点智能化。

华为站点能源低碳目标网，推动站点绿色低碳发展

华为不断探索低碳网络建设，结合多年的低碳探索以及实践，在2022年，提出站点能源低碳目标网，推动站点低碳发展。华为低碳能源目标网，具有两个核心点，第一是全场景的低碳，从接入机房到汇聚机房，再到核心机房实现低碳；第二点是全生命周期低碳，从站点建设，到供电，到运行实现低碳。



图：华为低碳能源目标网

趋势三

站点供电绿色化

03

随着碳中和的推进以及清洁能源的使用，站点供电快速朝向绿电转变。

供电多样化助力节能降碳，自建绿电保障能源安全

在2021年以及以前，站点供电模式单一，以市电和油机为主，占比约达99%。同时，运营商也积极探索使用绿电，但绿电的使用仍处于较低比例，约1%，且以购买PPA绿电的模式为主，购电成本较高。



图：站点供电模式转向多样化

2022年，随着清洁能源成本进一步降低，站点的供电呈现多样化绿电的趋势。除了市电，越来越多的光伏应用在站点上面。另外在一些偏远的地区，市电引入非常困难的场景下，也在积极探索通过风能、光伏、氢能，实现市电的全面替代。

在绿电购买模式方面，由于PPA成本较高，加上运营商供电安全方面的担忧，绿电建设成本也在下降，运营商正在从购买PPA绿电的模式逐渐转向为自建绿电，在一些地区，自建绿电能够带来大约65%的成本下降。

因此，随着技术的进步以及商业模式的转变，太阳能、风、氢等其它清洁能源将在站点供电中越来越重要，运营商站点供电绿色化将是未来站点建设中的重要趋势。

从场景到供电方式，华为与运营商联合探索站点绿电化

华为从场景以及供电方式两个方面探索站点绿电化：

场景方面

2021以及以前华为关注无市电场景去除油机，使用光伏和储能，实现站点无油，降低碳排放。比如在希腊，华为协助客户部署站点叠光去除油机，实现节电51.2%。随着绿电成本降低，在2022年，华为也在关注市电好的场景实现供电绿色化，全面使用清洁能源替代现有供电，推动站点降碳。在市电不好的地区，我们也在探索使用绿电实现站点24小时无市电运行，以降低供电难度。

供电方式方面

以前更关注太阳能的使用，在2022年，华为同时也关注风能、氢能等更多清洁能源的探索。在德国，华为联合客户共同探索使用风、氢，实现供电清洁能源的多样化。

场景探索	无市电场景去油机	市电好场景供电绿色化
	 站点叠光去油机@希腊	 站点叠光@中国，欧洲
供电方式探索	专注太阳能供电	探索风能与燃料电池供电
	 绿色叠光@德国	 @德国

图：华为多方探索站点供电绿电化

趋势四

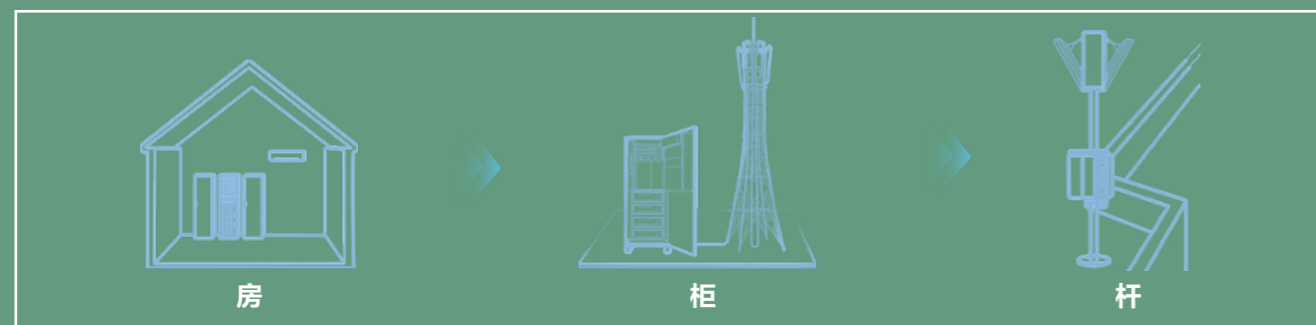
站点极简化

04

经营压力加上双碳驱动运营商走向站点极简化 实现成本降低与节能降耗

以前建站多采用室内站或者柜站，效率低（房站大概60%，柜站80%，杆站可达97%），成本高。随着网络的叠加，运营商现网往往2/3/4/5G多网络并存，5G时代，站点数量的剧增引起建设成本的飙升。同时，运营商网络增加却没有带来相应的营收增长，其经营压力进一步加大。

在2022年，经营压力加上碳中和政策的驱动，既有的建设模式不可持续，运营商亟需找到降低建设成本的方法，站点极简化能够降低成本节能降碳，站点朝向极简化演进是未来站点建设的重要趋势。



图：站点形态向极简演进

房-->柜：用柜站替代传统房站，基建大幅减少，占地也由以前的10几平米减少到1~2平米，降低建站CAPEX和OPEX，提高TTM。

柜-->杆：用杆站替代传统的房柜，站点体积降低，真正实现“0”占地，部署更简单。同时，使用模块化、集成化的设计，增强设备通用性与操作性，也将极大的降低站点的部署复杂度并提高可维护性。

华为提供站点极简方案，帮助运营商降低建网成本

华为从极简站点到极简机房，提供全场景极简站点解决方案，助力运营商降低建网成本。



图：华为极简机房和极简站点方案

在极简站点方面，华为提出一站一柜方案，实现一柜替代多柜；提出一站一刀方案，实现全面杆站化。在2022年，华为推出12kw刀片电源，一个刀片电源满足站点“全站”“全频”供电。在机房侧，华为提供室外超级站方案，一个机柜可以提供等同于机房的供电容量。在墨西哥，使用室外超级站，建设周期由6个月降低到10天，投资由10万美金降低到2万美金，帮助客户降极简建网与网络降碳。

趋势五

站点高效化

05

从形态到供电到协同提高站点能效，全方位增效降本

经营压力与碳排压力下，运营商需要站点能效进一步提升。

以前，高效化更多的关注在部件的高效，在2022年，我们认为站点高效化应该是全面的高效，从形态高效，到供电高效，到协同高效，全方位提升站点能效。

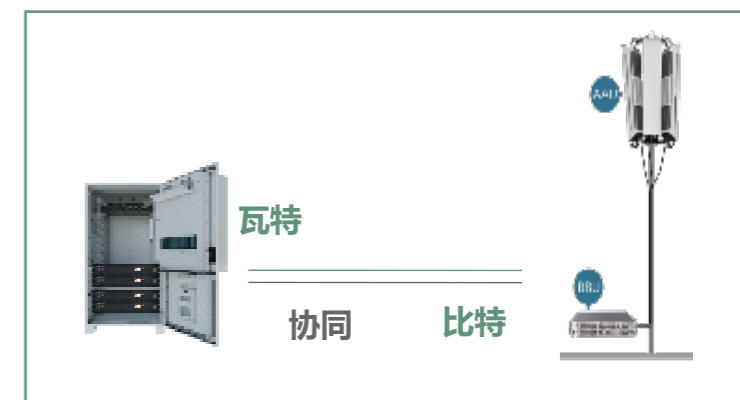
在形态高效方面：朝向极简形态演进，以前形态高效集中于使用柜站替代房站，在2022年，边缘部署增多，刀片电源能力也在对齐柜站，同时，杆站全面实现自然散热，相比柜站空调散热，站点能效可以从柜站的80%大幅度提高到97%，站点朝向全面杆站化的方向演进。

在供电高效方面：以前集中于整流模块效率的提升，没有关注全链路，处于孤节点提升状态；在2022年，随着功率智能化在全链路的实现以及新型半导体材料的逐步商用，站点供电朝向发、转、储、配、全链路高效的方向演进。



图：全链路高效

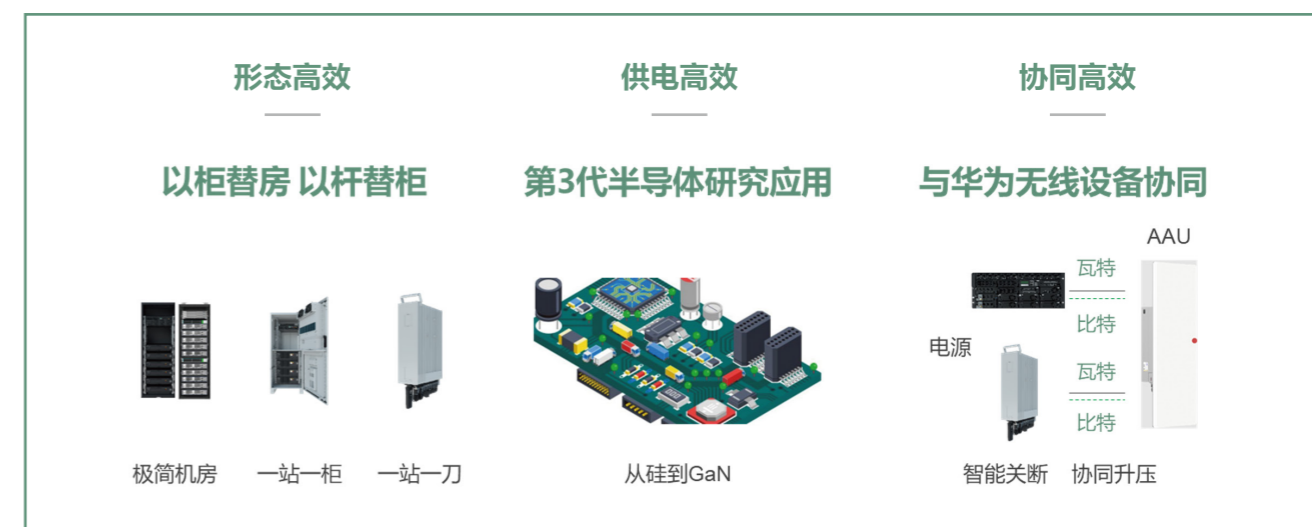
协同高效方面：以前的网络设备和供电设备处于独立管理状态，没有实现供电以及网络的联动。在2022年，随着信息技术与能源技术的融合，使用Bit管理Watt，Bit瓦特联动，实现能源设备与无线设备的协同，成为站点能源一个重要的发展趋势。



图：能源设备与无线设备协同

华为协同运营商多路径探索，实现站点能效提升

华为联合运营商从形态、供电、协同多方面探索实现站点能效提升。在形态高效方面：我们用极简机房、一站一柜、一站一刀极简方案，全面实现以柜替房，以杆替柜，并且广泛部署。在供电高效方面：进行第3代半导体研究，探索新型元器件如GaN等在站点能源产品的使用。在协同高效方面，联合进行无线产品共同探索，以实现网络设备的信息流和供电设备的能量流联动。



图：华为多方面探索站点能效提升

趋势六

全面智能化

从基本运维走向深层次管理

随着数字化与碳中和的推进，站点智能化快速由基本的动环运维走向更深层次的全站能效和碳排管理智能化。

在2021年之前，传统的站点运维只是基本的动环监控运维，站点的状态可知性差，需要大量的人工下站，站点智能化主要集中于运维的智能化，减少运维难度。



图：由运维智能化到能效碳排智能

在2022年，随着站点能效和碳排放成为衡量站点能力的重要指标，站点的智能化将朝向全站智能转变：



图：站点智能化三层结构

运维管理智能化：使用数字化数据采集技术，结合传感技术、通信技术，不仅是站点信息可视，而且要做到可管可控；

能效管理智能化：不仅是要看到部件的效率，而且要看整个网络的效率，结合大数据分析技术、多能源技术管理、能量控制技术，对网络的能效进行管理与优化，最大化提高至站点能效，实现瓦特0浪费；

碳排管理智能化：结合人工智能技术，碳能力分析与预测技术，动态实现全站碳排可视可管可优，实现碳足迹的灵活调度，能量自由流动。

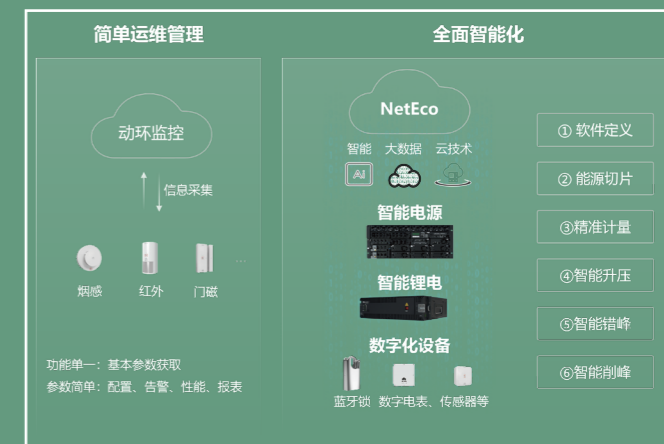
站点智能化将是未来低碳网络的核心引擎。

华为探索全站智能化 从基本动环监控网管升级到全面智能化数字站点

华为站点智能化是一个全面的智能化，从底层数字化设备、锂电、电源、网管，是一个端到端联动的智能化，而不仅是单一部件的智能化。

华为运用先进的传感、通信、AI技术，实现能量与信息流的互动，具备强大的能量管理能力。比如，软件定义能力实现了电源的软定义化，客户可以按需进行配置、自定义；能源切片能力实现了储能的按需调配，客户可以根据重要性优先等级来智能管理备电，实现储能0浪费。

华为全站智能，为客户提供站点能效与碳排全透明。



图：华为探索智能化，由简单运维网管升级到全智能数字站点

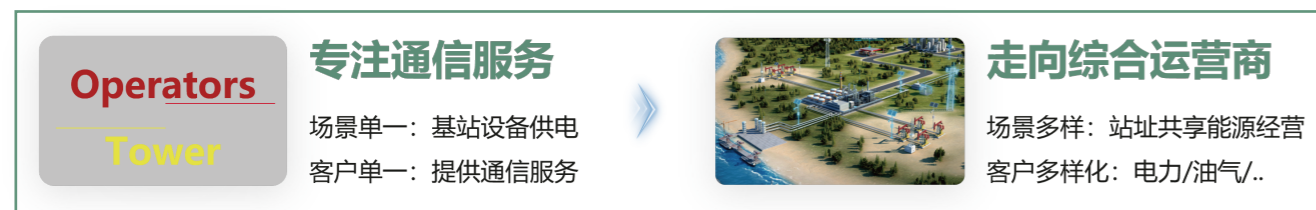
趋势七

通信站点社会化

ICT使能千行百业，通信站与社会站融合释放站点潜在价值

ICT在自身走向低碳化的时候，也在助力千行百业节能降碳。ICT使能千行百业，通信站与社会站将不可避免的走向融合，通信站点社会化将成为未来的趋势。

2021年之前，通信站点服务对象主要是运营商的通信设备，为通信提供服务，场景单一、客户单一。同时，通信站点投资大，业务单一造成了海量站点资源的闲置与浪费。在2022年，随着ICT的融合以及VPP等大量新兴业务的出现，站点融合的需求不断涌现。通信站点快速社会化，运营商从单一通信运营商将走向综合运营商。



图：由单一运营商走向综合运营商

在场景上，将出现站址共享、能源经营等新场景，通信站点可以提供站点共享服务；在客户服务上，将出现电力、油气等多样性；在业务模式上，出现了虚拟电厂、电随网进、以电换租等多形态模式，通信站点不仅可以给基站供电，还可以给民生供电。

通信站点社会化，将最大化释放通信站点价值。



图：多种多样的通信站社会化应用场景

华为与合作伙伴持续探索通信站点社会化业务

华为联合合作伙伴持续探索通信站点社会化业务，在中国深圳，华为与合作伙伴共同探索通信站点VPP业务，以期实现深圳5G站点储能接入电网；

在中东

华为与合作伙伴探索以电换租业务，实现通信站点为用户家庭工厂供电，以换取站址免租；

在非洲

华为探索电随网进业务，以基站为依托，实现部署基站的地方对社会进行供电，解决无电区域的社会化用电难题。



图：华为探索多种通信站社会化业务

华为能实现众多场景的通信站点社会化业务，与华为拥有多种核心的技术不可分离：比如eMIMO的多模架构技术，可以更好的支撑多场景多业务；比如组网的实时技术，实现低延时的组网，才能对储能的调度实现精细化；交直流转换技术，实现交直流的综合管理，适应不同的业务需求。

华为将持续联合合作伙伴，探索通信站点社会化业务。



图：华为核心技术助力通信站点社会化

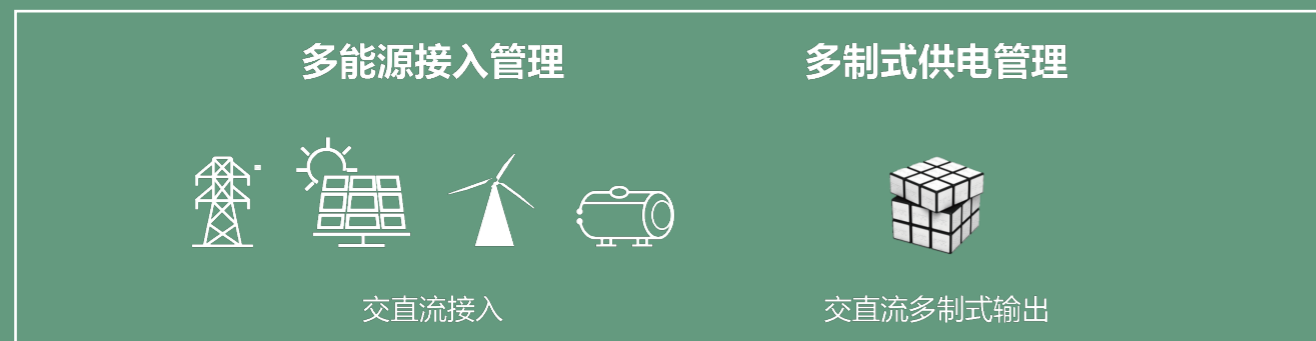
趋势八

多模架构

多模架构是实现通信站点社会化的关键技术

社会化站点有着行业多、场景多、设备多的特点，通信站点社会化，对于通信站点的设备有着较高的技术要求，多模架构是实现通信站点社会化的关键技术。

在2021年之前，能源接入是非常单一的，以市电和油机为主；供电方式上也较为单一，需叠加多套设备，比如站点同时有交流和直流的情况下，需要多套单独的交直流电源。因此，以前站点形态有着系统复杂、难维护的特点。



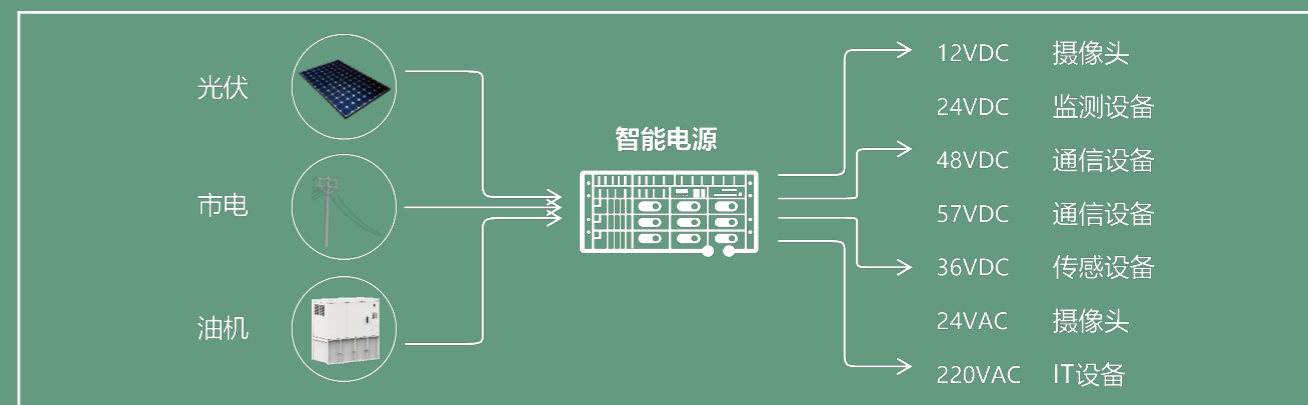
图：多能源接入与多制式输出

在2022年，在能源接入方面，社会化站点已经出现市电、油机、风能、太阳能等多能源接入的普遍现象，接入形态升级；在供电方面，一体化电源实现多制式输出，All in one逐渐成为部署的主流。供电融合，成为通信站点社会化发展的重要趋势。

多模架构适应多业务，多模协同打造能源自由流。站点社会化下的多模技术，是通信站点走向社会化的重要技术趋势。

华为创新eMIMO架构在全球多个场景实现规模应用

华为合作伙伴探索多模技术，取得了广泛应用。华为发布了创新的eMIMO架构体系，可以实现多种制式的接入，多种制式的输出。使用一套智能电源实现光伏、市电、油机的多能源接入与12VDC, 24VDC, 48VDC, 57VDC, 36VDC, 24VAC, 220VAC的输出，来满足诸如摄像头、IT、CT等不同制式设备的需求。



图：华为eMIMO多输入输出架构

华为eMIMO架构在全球广泛部署，比如全球的ICT融合站，实现IC于IT设备的共站部署；比如在中东的油气管线，实现油气阀室的供电一体化；比如交通高速自由流，实现高速公路的多种设备融合供电。

华为eMIMO架构，助力通信站点社会化，提高站点价值潜力。

趋势九

备电走向备储一体

09

通信能源网与电网融合，释放海量基站站点储能潜在价值

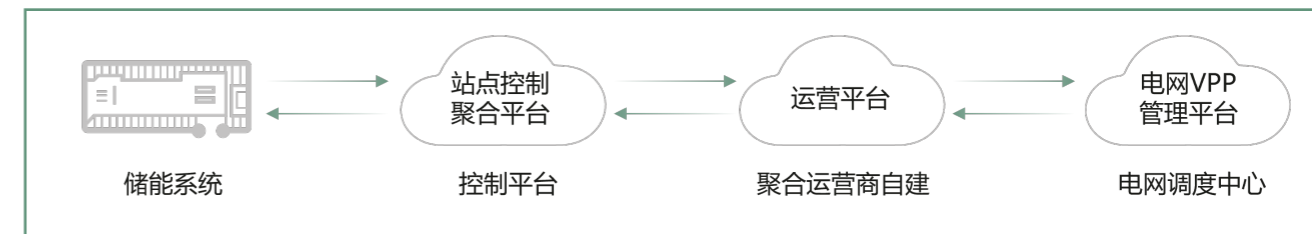
通信能源网与电网融合，通信站点储能参与电网调峰调频，站点备电走向备储一体化，走向循环型的应用，是通信站点社会化发展的重要趋势。

2021年及以前，通信站点储能的业务，往往只给基站设备供电，仅做为市电的备电，功能单一；同时，通信站点投资巨大，资产沉默造成资源的巨大浪费，价值模式单一。同时在商业上，运营商对于站点能力的开放也没有开辟出好的方式。

在2022年，随着VPP的逐步落地，我们可以看到，越来越多的运营商在探索站点与电网之间的协同，将储能资产参与电网的调度，实现通信站点能源与电网的联动。对于运营商，可以激活闲置资产，增加收益；对于电网，多了一份供电保障，提高了电网稳定性。当然，通信网与电网融合，目前处于初步的探索阶段。它涉及方面众多，比如通信的储能系统、聚合商的控制与运营系统、电网的VPP管理系统、并网调度等方面，仍需要多方进行持续的深度探索。



图：储能由单一备电走向备储一体



图：VPP联动调度仍需多方深度探索

华为联合伙伴实践探索VPP释放站点潜在价值

华为联合合作伙伴，从峰谷电价以及VPP两个方面进行实践，释放站点潜在价值。

在峰谷电价方面：在中国浙江，华为联合运营商进行储能错峰的探索，在波谷电价充电，高峰电价放电，实现储能与电价的联动。使用华为错峰技术的站点，相对于没有部署错峰的站点，能够节电17.1%，部分站点可以达到节电43.5%。

华为也在积极与合作伙伴探索通信站点VPP业务：2022年12月，在中国深圳的《2022碳达峰碳中和论坛上》，华为与深圳虚拟电厂管理中心、中国铁塔、中国电信、中国移动、中国联通等合作伙伴签署六方合作协议，共同探索推动深圳的5G基站储能全部接入电网VPP。



趋势十

安全可信



安全可信越来越受到重视

对于站点能源，安全可信至关重要，它包含两个方面，第一是网络安全，第二是硬件安全。


随着数字化与信息化的推进，网络方面的攻击风险增多，比如，在2020年，巴西电网受到勒索软件的攻击，损失1300万美元；在2019年，在委内瑞拉，电网遭到5轮网络攻击，导致全国性停电。

同时，随着各种新型能源设施的部署，能源硬件也存在安全的隐患。比如在2022年，韩国光伏电站燃起大火，起火原因就是位于电站的储能系统内部热失控；在2021年，位于中国北京的光储充电站发生爆炸，其原因也是电站的电池系统短路造成起火。



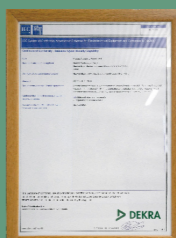
华为站点能源探索能源可信

华为站点能源建立了全面的安全可信体系，在全面满足国际国内安全规范的情况下，为客户打造一张安全的站点能源目标网。比如，站点能源通过了多种国际信息技术安全方面的认证如IEC62443以及CC EAL，同时通过了中国锂电安全测试，保障网络与硬件安全。



硬件安全

- 通过专业锂电安全测试
- 获得IEC/CE等相关认证



网络安全

- IEC62443-4-1 ML3 / IEC62443-4-2SL2 安全认证
- CC EAL 3+信息技术安全评估认证 (已通过, 待发证)

图：华为通过多项安全方面认证

结尾

气候问题已成为全人类面临的严重而迫切的难题，绿色低碳顺应成为发展主流，能源技术与数字技术将继续交织融合。

ICT作为技术底座，在实现碳中和的路上扮演重要角色，如何实现Green ICT和ICT for Green将是一个被长期值得关注的探索，这需要政府、运营商、产业组织、设备商等伙伴共同努力构筑，其间必然会遇到很多难题需要解决，但是只要我们携手合作，就能让我们的网络更低碳、更绿色、更智能。

华为期待与业界同仁一起持续探索，推动网络碳中和，共建人类美好家园。



序号	缩略语	中文名称	英文名称
1	CAPEX	资本性支出	Capital Expenditure
2	OPEX	管理支出	Operating Expense
3	TCO	总拥有成本	Total Cost of Ownership
4	TTM	上市时间	Time to Market
5	ROI	投资回报率	Return On Investment
6	SEE	站点能源效率	Site Energy Efficiency
7	NCIe	网络碳排强度	Network Carbon Intensity energy
8	GaN	氮化镓	Gallium nitride
9	VPP	虚拟发电厂	Virtual Power Plant
10	EF	排放因子	Emission Factor
11	SOH	健康度状态	State of Health
12	SOC	剩余容量	State of Charge
13	IGBT	绝缘栅双极型晶体管	Insulated Gate Bipolar Transistor
14	PLC	电力线通信	Power Line Communication
15	MIMO	多输入输出	Multiple Input Multiple Output