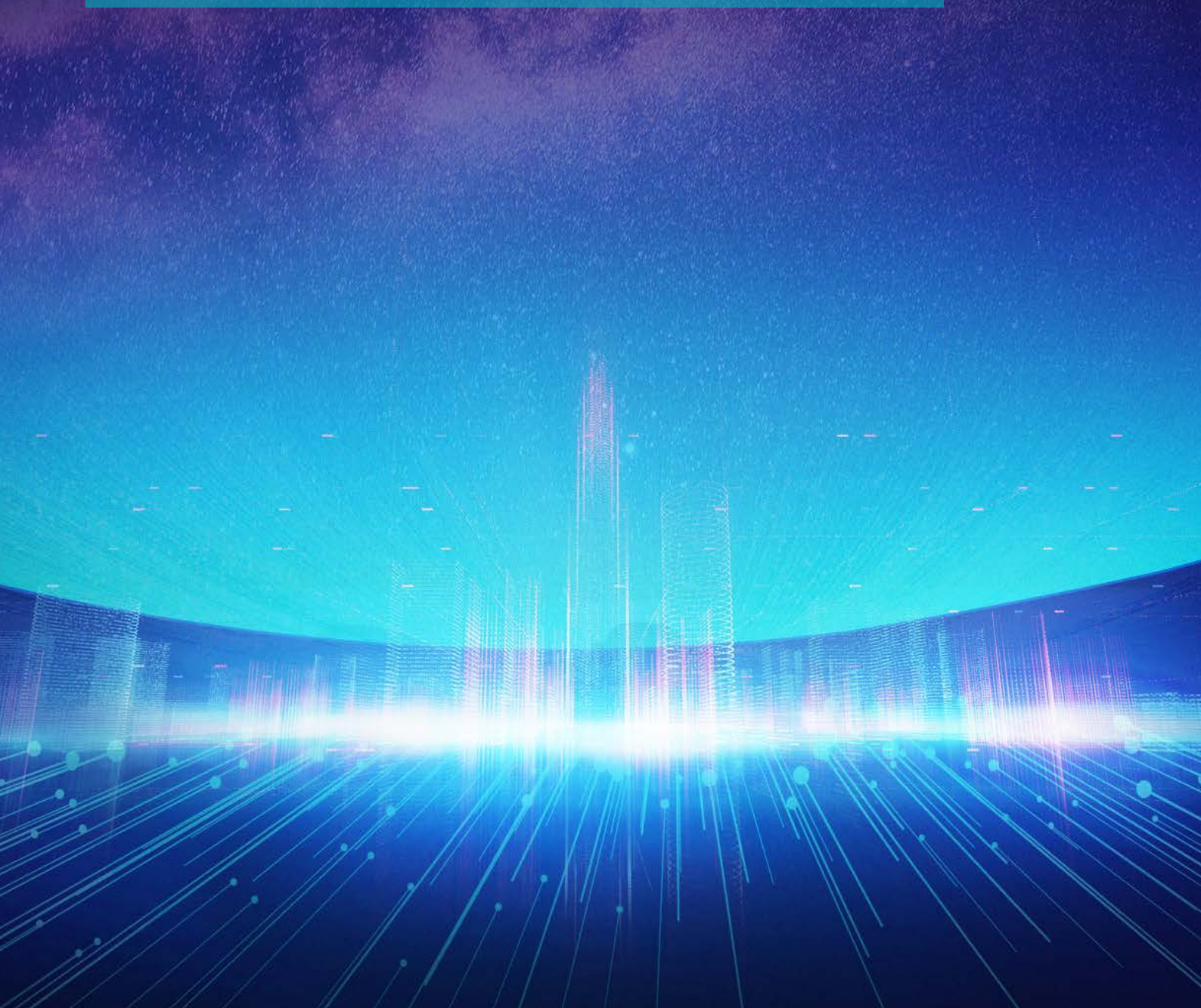


数字能源十大趋势白皮书

能源数字化，共创新价值

数字能源产业智库联合发布

2021 年 2 月



本白皮书的主编单位、编审组成员如下：

主编单位

华为技术有限公司

编审组成员

数字能源产业智库专家委员会

参编人员

尧权、罗进文、张峻鸣、韩冬、武磊磊、袁志良、彭鹏、张李明、李小娟、龚露意、马伟为、谢斌、周翔、汪雪、张效玮

版权说明

版权所有 © 2021 数字能源产业智库。保留一切权利。允许转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点，但需注明来源：数字能源产业智库。

了解更多



华为数字能源



关于数字能源产业智库

数字能源产业智库是一个由数字能源产业专家联合创立的学术智囊团。通过联名白皮书、学术报告、政策解读等方式，聚合产学研顶尖力量，论道新趋势，解读新技术，分享新实践，共同寻求能源问题最优解；发挥行业影响力，牵引能源产业链合作共赢；推进行业绿色化、数字化转型，合力促进碳中和目标达成。

数字能源产业智库专家委员会名单如下所示。

数字能源产业智库专家委员会

- 石定寰** 原国务院科技部部长、国务院参事，中国投资协会能投委专家主席，中国可再生能源学会理事长
- 李俊峰** 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心首任主任、学术委员会主任
- 陈立泉** 中国工程院院士，国际电池材料协会终生成就奖获得者
- 高峰** 清华大学能源互联网创新研究院副院长、数字化转型研究室主任
- 刘桂彬** 中国汽车技术研究中心有限公司标准化研究所总工程师
- 樊功成** 国网综合能源服务集团有限公司党委委员、副总经理
- 徐进明** 武汉日新科技股份有限公司董事长
- 张杰** 中国投资协会能源投资专业委员会副会长、秘书长
- 杨忠亮** 广东电机工程学会低压直流电源专委会秘书长
- 张玮** 中国投资协会能源投资专业委员会主任
- 周桃园** 华为技术有限公司副总裁、数字能源产品线总裁
- 方良周** 华为技术有限公司数字能源产品线副总裁、首席营销官
- 张峰** 华为技术有限公司数字能源产品线副总裁、数字能源战略与业务发展部总经理

前言

2020 年，在具有里程碑意义的《巴黎协定》通过五周年之际，碳中和运动正在全球兴起，世界主要经济体陆续作出碳中和目标的承诺：欧盟委员会公布 2050 年实现碳中和，并发布绿色新政；英国、日本、韩国、加拿大等国相继公布本国 2050 年实现碳中和；中国则承诺在 2060 年前达成目标。

在碳中和目标的牵引下，各行业积极响应并付诸行动，其中电力生产和能源消费（包括工业、交通等重点行业）的减少碳排放工作至关重要。

在电力生产端，以光伏为代表的可再生能源替代传统的化石能源是大势所趋。据预测，可再生能源将在 2025 年取代化石能源成为主要发电方式，未来将最终实现零碳发电。

在能源消费端，电力将逐步替代传统化石能源消耗。据预测，电力将在 2050 年超越石油，占比达到 45%，其中绿色制造、绿色建筑和绿色出行是电气化的重要增长引擎。在工业和建筑行业，通过可再生能源发电和综合能效提升，最终实现零碳工厂、零碳建筑和零碳园区。在交通行业，电动车将取代传统燃油车，成为主要出行方式之一，最终实现零碳交通。

然而传统的能源基础设施运行方式难以应对发展过程中带来的新挑战。在电力生产中，采用传统方式，存在着发电效率低、运维效率低等问题。同时，随着数字世界的快速发展，数据中心、站点数量的激增也将带来更高能耗的挑战。能源数字化采用数字化、智能化技术，可有效提升电力生产效率、运维效率和能源效率，最终助力碳中和目标实现。

2020 年 12 月，来自能源行业的多位权威专家学者共同成立了数字能源产业智库，探讨能源数字化转型，并联合发布《数字能源十大趋势白皮书》，为能源产业转型升级提供战略参考。





CONTENTS

目录

关于数字能源产业智库	2
数字能源产业智库专家委员会.....	2
前 言.....	3
目 录.....	4
趋势一：能源数字化.....	5
趋势二：绿电无处不在	6
趋势三：全链路高效.....	9
趋势四：AI 加持.....	11
趋势五：融合极简.....	13
趋势六：能源网自动驾驶.....	15
趋势七：综合智慧能源	17
趋势八：智能储能系统	18
趋势九：随时随地超级快充	19
趋势十：安全可信.....	21
缩略语.....	22



趋势一

能源数字化

❖ 能源数字化是必然趋势

传统能源行业仅关注瓦特流，“发-输-配-储-用”节点之间彼此孤立，难以协同，导致电力生产效率低、能源效率低。且全链路存在大量“哑设备”，依靠人工维护，运维效率低。能源数字化通过引入 5G、AI、大数据、IoT

等数字化技术，并将电力电子技术与数字技术创新性地融合，在瓦特流基础上加入比特流，用比特管理瓦特，实现全链路的互联化、数字化和智能化协同，让电力生产效率、运维效率、能源效率最大化。

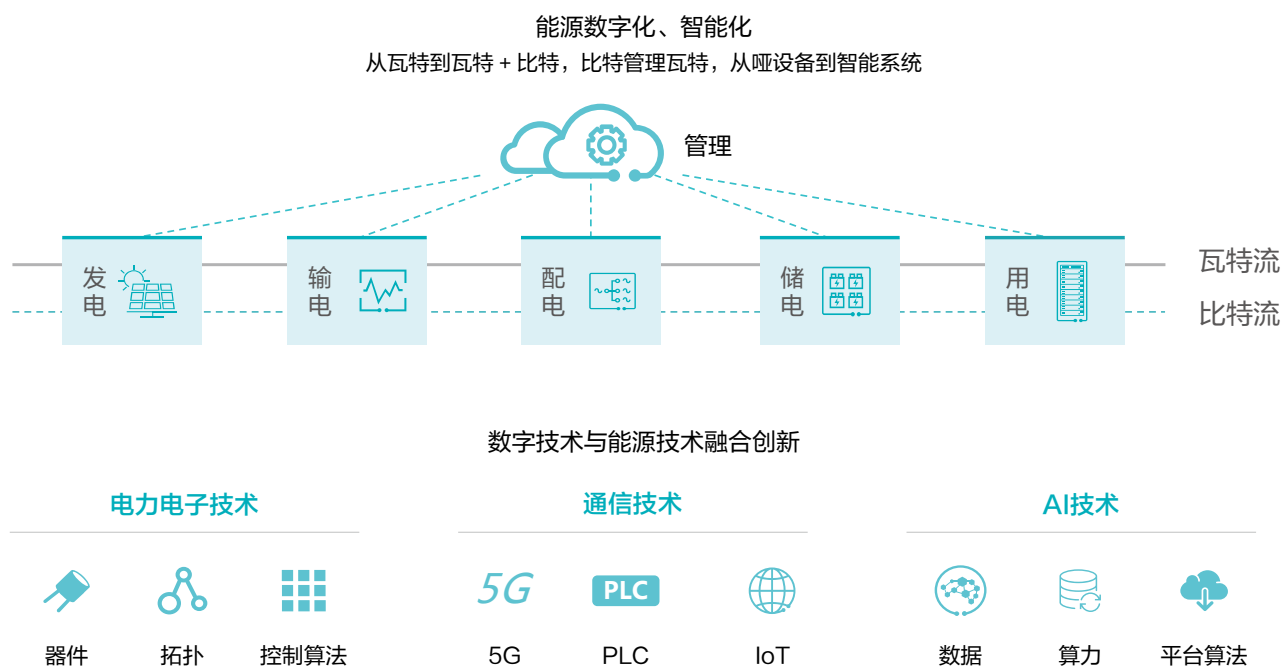


图 1：能源数字化、智能化

趋势二

绿电无处不在

❖ 电力生产向绿色化、低碳化转型

以太阳能和风能为主导的可再生能源，是未来 30 年增长最快的能源。根据预测，光伏发电的占比将由 2020 年的 3%，迅速增长到 2050 年的 24%，成为最大的发电能源。

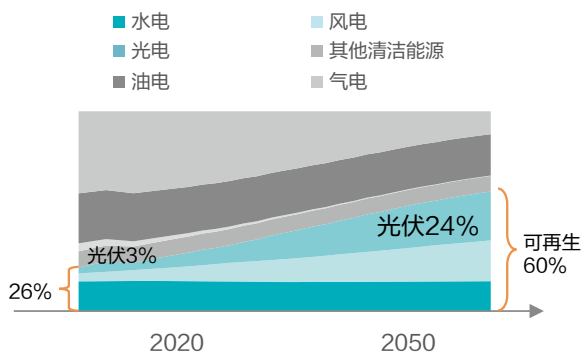


图 2：2020-2050 年全球发电能源比例变化
(来源：数字能源产业智库)

❖ 光伏发电进入“平价上网”时代

过去十年光伏发电成本大幅下降，在大多数国家，光伏度电成本比传统能源上网电价更低，也促使全球针对光伏的投资进一步增加。

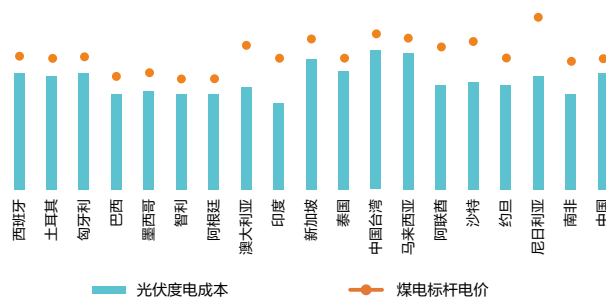


图 3：2020 年主要国家光伏度电成本与煤电标杆电价比较
(来源：数字能源产业智库)

❖ 在并网稳定性要求下，光储融合成为必然趋势

随着新能源渗透率的提升，电网系统对并网要求将更为严苛，光伏电站配置储能成为电力系统灵活、稳定运行的有力保障。预测到 2025 年，光伏电站光储共生的比例将达到 60% 以上，让光伏发电从“补充电”走向“主力电”、“优质电”。

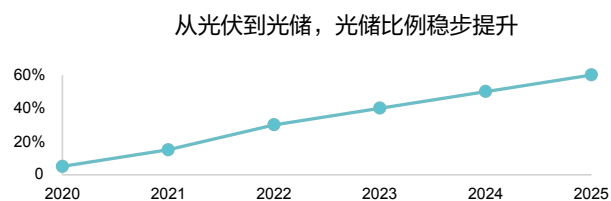


图 4：全球光伏电站光储共生比例 (来源：数字能源产业智库)



❖ 分布式光伏进入千行百业、千家万户，装机占比稳步提升

分布式光伏由于部署灵活、充分利用闲置屋顶、投资收益好等优势，融入到千行百业，催生了零碳家庭、零碳园区、零碳工厂、零碳数据中心、零碳网络、零碳医院、零碳学校、零碳停车棚、零碳办公楼 / 商场、零碳仓储 / 物流等新型应用场景，进而实现零碳乡镇、零碳城市、零碳省份、零碳国家。据预测，2025 年分布式将占全球新装机容量 40% 以上，约 47GW/ 年。

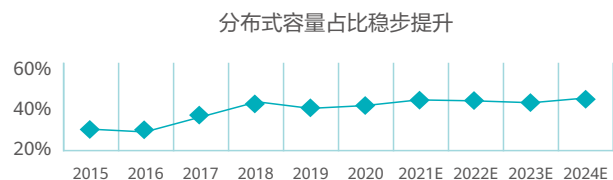


图 5: 全球新增光伏装机中分布式占比(来源: 数字能源产业智库)

❖ 随着分布式光伏的广泛应用，主动安全成为行业共识

在传统方案下，光伏系统由于长期使用，可能造成接头松动、线缆老化等问题，进而产生电弧。如果不及时处理，易造成火灾风险，对建筑和人身安全带来隐患，因此主动安全成为分布式光伏应用的关键要素。当前，行业也制定了相关规范和标准，如快速关断 RSD⁽¹⁾ 方案。此方案基于百万量级电弧特征样本数据，通过 AI 精准识别电弧，在 0.5s 内快速、自动切断电路，保障安全。

❖ 数字世界的快速发展，数据中心、站点数量的激增，也将带来更高能耗挑战

根据预测，全球数据中心能耗将从 2020 年的 6700 亿度电，快速增长至 2025 年的 9500 亿度电，约占全球总用

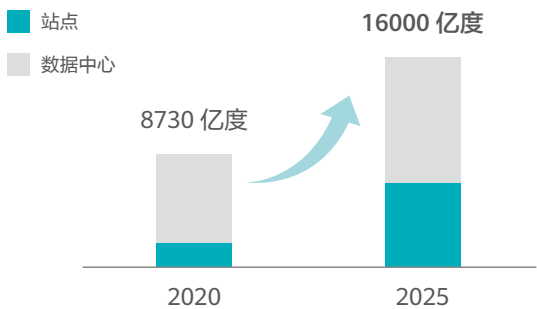


图 6：全球数据中心 + 站点耗电量（来源：数字能源产业智库）

电量的 3%；全球站点能耗将从 2020 年的 2030 亿度电，快速增长至 2025 年的 6600 亿度电，约占全球总用电量的 2%。构建绿色高效乃至零碳数据中心和零碳网络，

已不仅仅是企业基于自身经营的需要，更是重大的社会责任。

❖ 绿电助力 ICT⁽²⁾ 行业更加低碳，未来将实现零碳网络和零碳数据中心

全球领先的运营商陆续提出了零碳网络战略，将在站点、机房、数据中心等典型 ICT 场景规模部署光伏。在希腊，通过在站点应用光伏，运营商降低了 40% 左右的市电使用，年节省电达到 14500 度，有效保护了海岛的环境。在巴基斯坦，通过在站点应用光伏和 AI 技术，将油机运行时间降低到 10% 以内，节省 OPEX⁽³⁾ 81%。在中国青海，通过在数据中心部署光伏，助力零碳数据中心目标的实现。

“零碳”网络			“零碳”数据中心
站站叠光 节电 14500kWh/ 年 助力“绿岛”建设	以光去油 单站 OPEX 节省 81%	CO 机房叠光 降低线损， 多发电 10~15%	绿色数据中心 数据中心采用绿电 逐步成为风潮
			
降低 40% 市电用量 @ 希腊	锂电超级快充，去油机 @ 巴基斯坦	机房级叠光，ROI< 5 年	数据中心绿色能源应用 @ 中国青海

图 7：全球数据中心 + 站点绿电应用实践

² ICT: 信息及通信技术 Information and Communications Technology

³ OPEX: 运营成本 Operating Expense

趋势三

全链路高效

❖ 高效部件、高效架构，实现全链路高效

随着电力电子技术的发展，以及功率器件、拓扑及控制算法的升级，电源部件已达到了极致高效。当前业界逆变器转换效率最高已达到 99%，UPS⁽⁴⁾ 模块效率最高已达到 97.5%，PSU⁽⁵⁾ 整流模块效率最高已达到 98%，电动车充电模块效率最高已达到 96.5%。模块级的效率提升对于系统级的效率提升空间已经有限。为了提升系统效率，需要对“发 - 输 - 配 - 储 - 用”全链路架构进行升级：

» 高效发电

随着全球光伏平价时代的来临，亟待技术创新进一步降低 LCOE⁽⁶⁾，提升客户投资收益。光伏电站未来将采用双极电压架构，以降低线缆成本及发电损耗。同时，未来电站将提升子阵容量，进一步降低系统成本，提升发电效率，最终达到降低 LCOE 的目的。

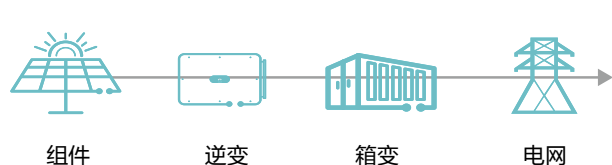
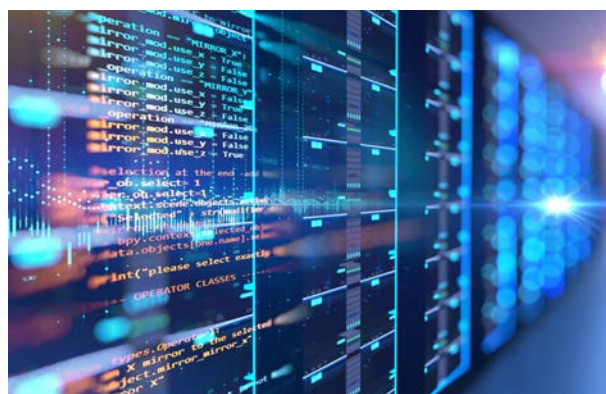


图 8：光伏发电系统架构图



» 高效站点

传统站点采用机房建设，空调能耗高，且站点能效通常只有 60%，造成电费高昂。如采用室外站点替换机房站点，则站点能效可提升为 80%；若进一步采用自然散热架构的刀片电源的杆站，则站点能效可提升至 97%。通过以柜替房、以杆替柜，最大化提升站点能效。



图 9：站点柜替房、杆替柜示意图

» 高效数据中心

传统数据中心使用冷冻水系统，共有 7 大部件，需要进行 4 次换热，导致温控系统能耗高、PUE⁽⁷⁾ 高。为降低数据中心 PUE，当前业界领先的数据中心大多采用引入自然冷源的模块化间接蒸发冷却系统，由 4 次换热简化为 1 次，同时利用 AI 调优，大幅降低制冷系统的电力消耗，从而进一步降低 PUE。例如在中国乌兰察布某数据中心，年均 PUE 低至 1.15。

» 整车高效

普通新能源汽车在充放电、电池包加热或冷却、乘员舱加热或制冷等多种应用场景下，涉及到电能、动能、热能的管理均为独立控制，无有效联动，导致新能源汽车无法进行整车维度的能效优化。为了进一步节能或提升续航里程，采用超融合及域控制架构，通过电能、动能、热能的联动控制，实现三能互补，可达到充电 - 储电 - 用电的全链路整车级高效。



⁷ PUE: 电能使用效率 Power Usage Effectiveness

趋势四

AI 加持



❖ 未来 AI 将普遍应用到能源行业

在传统模式下，电力生产、设备运维和能源使用高度依赖专家经验和人工，效率低下。从传统专家经验和人工模式走向 AI 模式，将极大提升电力生产效率、运维效率、能源效率。

❖ AI 使能发电高效

传统的光伏电站多根据专家经验和天文算法设置光伏支架倾角，但由于太阳光的照射角度随时间、季节不同，电站无法持续达到最大发电效率点。当前，业界通过引入 AI 技术，协同联动逆变器及支架控制单元，寻找最优

角度、闭环控制，从而实现对光照资源的最大化利用，达到发电效率最大化。在安徽某光伏电站，该方案在传统的跟踪轴方案上进一步提升了 1.5% 发电量。

❖ AI 使能能效优化

传统冷冻水制冷系统由冷水机组、泵、冷却塔、末端等部分组成。由于制冷效果与机房环境、大气条件、IT 负荷、工况设定等相互关联，在运维达到一定的成熟度后，单纯凭借硬件节能或者基于人工经验的简单调优，都已经无法满足进一步降低能耗的要求。利用 AI 技术，寻找出制约 PUE 的关键因素，然后推理出当前 IT 负载、室外温度下的最佳参数组合，并监督下发，最终实现数



图 10：智能光伏 SDS[®] 方案示意图



图 11：采用 AI 技术的云数据中心 @ 中国廊坊

据中心能效最优。在廊坊某数据中心，通过 AI 技术从室外的冷冻机控制到室内的末端，实时参数调优，从而使数据中心的 PUE 由 1.42 降至 1.26。

❖ AI 使能运维提升

传统的百兆瓦光伏电站通常需要 20 人长期值守，发生故障时需要停电并派遣人工上站检修，运维低效、成本高昂。而采用融合 AI 算法的智能 IV 诊断，在日常巡检中可实现一键远程 100% 组件健康检查，精准识别组串故障类型，定位故障组串位置，并提供修复建议，提升运维效率，降低电量损失。在中国格尔木某百兆瓦光伏电站，采用该技术，完成全量诊断只需 15 分钟，运维效率大幅提升，保障电站健康稳定运行。



图 12：采用 AI 技术的光伏电站 @ 中国格尔木

❖ AI 使能运营增效

传统站点的错峰管理仅根据峰谷电价时间设定储能充

放电时间点，储能状态与站点负载变化无协同，易造成备电不足和储能利用率低等问题。采用 AI 技术，可预测市电、负载的变化，并基于储能健康度和状态智能充放电，实现储能与负载的智能协同。在保证站点备电可靠的前提下，最大化错峰收益。中国浙江某站点采用 AI 错峰方案，节省电费 17%。

❖ AI 使能安全增强

传统的端云 BMS⁽⁹⁾ 仅具备数据上传和简单的数据统计功能，需要辅以人工判断的方式进行故障筛选及识别，导致故障检测精准度差，查全率不足 30%、误报率高于 15%/ 月，且无法实现提前预警。随着在网车辆的增加，给车企带来了沉重的运维成本。端云 BMS 在 AI 算法的加持下，故障检测精度可大幅提升，查全率可达 70% 以上，误报率控制在 0.2%/ 月以内，并按天级提前预警，实现智能轻量运维和提供极致安全保障。

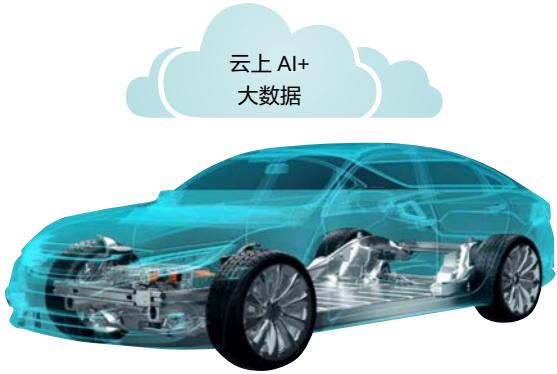


图 13：端云 BMS 预测性维护示意图



⁹ BMS: 电池管理系统 Battery Management System

趋势五

融合极简

❖ 全面融合极简架构，实现占地小、部署快、省租金、降运维

传统能源基础设施存在多系统、设备体积大、工程复杂等问题，造成建设周期长、建设和运维成本高。通过架构融合、形态融合、工程产品化等极简部署，使能源基础设施占地更小、部署更快、租金更省、运维更简单、成本更低。

❖ 架构融合

在光伏电站中，传统光伏+储能的分立架构需要PCS⁽¹⁰⁾和箱体变压器等多套系统，造成工程成本高、损耗大等问题。当前，业界最新的光储融合、预置一体化架构，一套系统替换传统光伏、储能等多套系统，减少损耗，节省线缆、道路等工程成本，提升能效，支撑并网及光储融合演进。

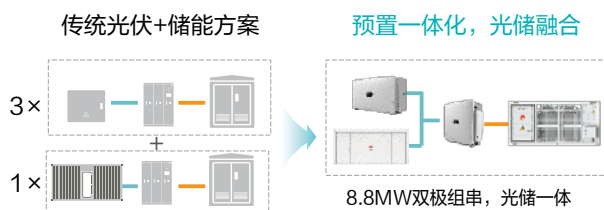


图 14：光储融合演进示意图

在站点中，随着站点的功能从通信走向多业务场景，如采用传统方案，需要多套电源支持不同电压制式，部署复杂，可靠性低。当前，业界最新的融合供电架构，一套电源支持多种能源输入、多种电压制式输出，多种电压制式输出，使站点建设更简单、更省地、更省租金、更可靠，由“单一业务”向“能源综合服务”升级。

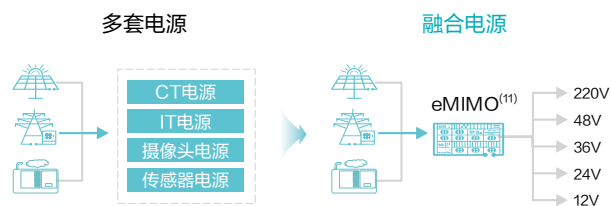


图 15：站点电源架构融合演进示意图

在传统电动汽车动力域，多个分立部件造成体积庞大、结构笨重、灵活性差等不足。当前，业界最新的多合一电驱动系统，将分立部件融合成一套系统，实现更小体积、更轻重量，灵活适配前后驱布置；同时，更具低噪音、低辐

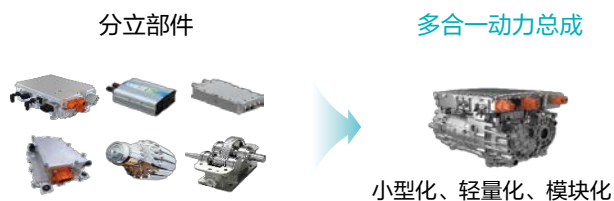


图 16：电驱动架构融合演进示意图

射等优势，为用户提供更静谧舒适的驾乘体验，助力整车平台级开发。

❖ 形态极简

传统工频变压器转换效率低、体积庞大、结构笨重，需要较大部署空间。业界最新的固态变压器采用半导体器件，直接实现中压交流到低压直流的功率变换。与传统方案比较，可极大简化供电链路架构，提升供电效率，可减小占地 60%。



图 17：变压器架构融合演进示意图

在站点侧，随着 5G 站点规模的增加，站点租金、电费 etc 成本也随之快速增加。传统室内站点租金高、能效低。当前业界出现的刀片式电源，将站点形态从传统的房站简化为柜站，再到杆站，可以极大节省占地面积、降低租金、减少能耗损失，实现加 5G 不加站点能源相关 OPEX。



图 18：站点能源架构融合演进示意图

板载电源由传统的 PCBA⁽¹³⁾ 形态向塑封形态演进，并最终芯片化，实现“极简供电最后一厘米”，功率密度提升一倍以上，在板设计更简单，供电更高效更可靠。

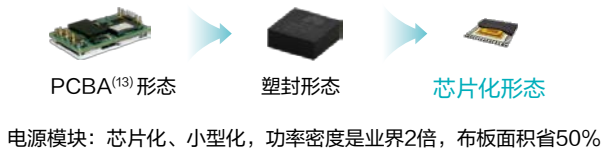


图 19：板载电源融合演进示意图

❖ 工程产品化

传统的数据中心采用攒机模式，部件分散采购、现场集成，一千个机柜需要 20-24 个月才可建成，且最终 PUE 与设计 PUE 相差大。当前领先的数据中心采用预制模块化的建设方式，将复杂的工程交付提前在产品设计中解决，大量减少现场施工和后期维护，一千个机柜的数据中心只需要 6 个月即可建成，满足业务快速上线的需求，同时建成后 PUE 与初期设计一致。采用此建设模式可按需部署、分期投资，降低初期投资，提高投资回报率。



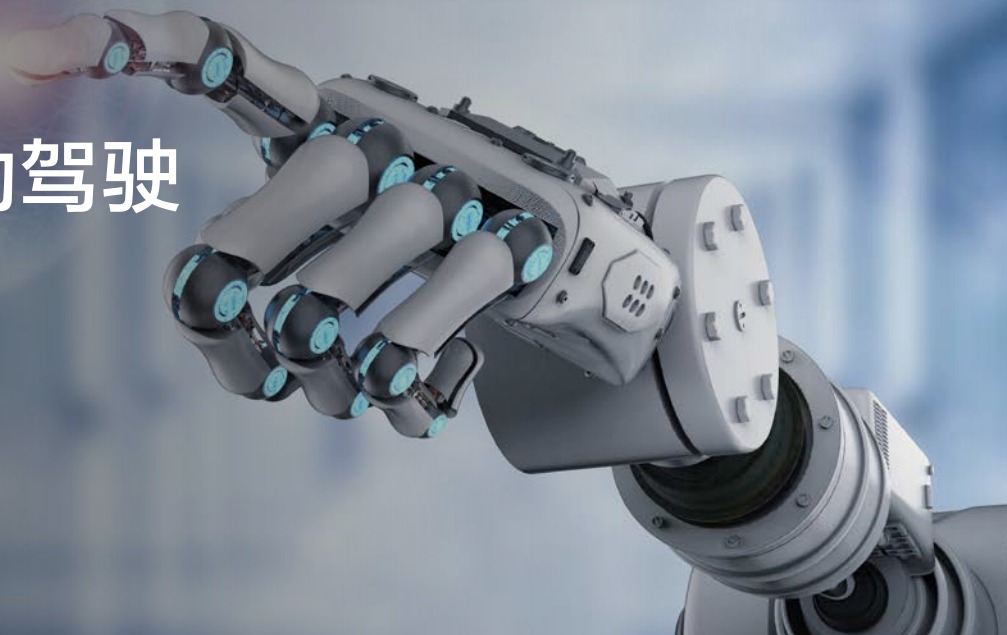
图 20：预制模块化数据中心



¹² SST: 固态变压器 Solid-state Transformer ¹³ PCBA: 印制电路板组件 Printed Circuit Board Assembly

趋势六

能源网自动驾驶



实现能源网自动驾驶是企业的迫切需求

传统能源设备维护多依靠人工，需要大量重复和复杂的操作，人工成本高。自动驾驶能源网络不仅可以代替人工，还可基于海量数据，提升预测和预防能力，并基于数据驱动提供差异化的服务。

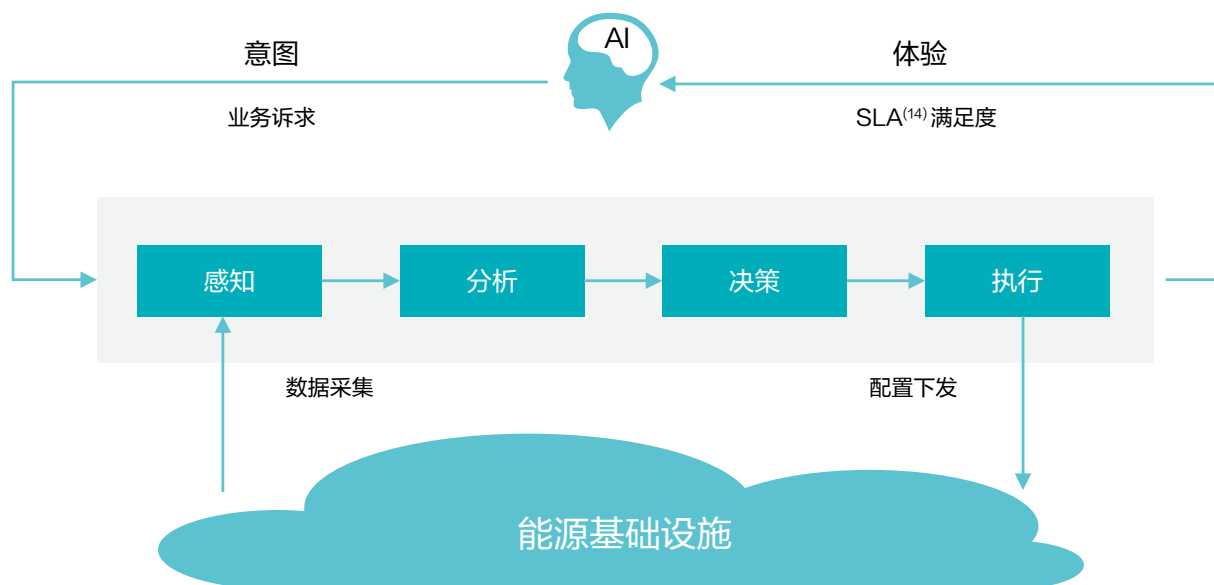


图 21：能源网自动驾驶的闭环框架

需分步骤地实现能源网自动驾驶

当前业界根据企业网络“规化 - 建设 - 维护 - 优化”每个阶段的自动化程度，设计了一套全面的自动驾驶指数进行评估，分步骤逐步向自服务、自维护、自优化的无人值守能源网络演进。

等级定义	L0: 手工运维	L1: 辅助运维	L2: 部分自动驾驶	L3: 有条件的自动驾驶	L4: 高度自动驾驶	L5: 完全自动驾驶
执行	人工	人工 / 系统	系统	系统	系统	系统
感知	人工	人工	人工 / 系统	系统	系统	系统
分析	人工	人工	人工	人工 / 系统	系统	系统
决策	人工	人工	人工	人工 / 系统	系统	系统
意图	人工	人工	人工	人工	人工 / 系统	系统
适用性	不涉及	限定场景				全场景

图 22：能源网络自动驾驶分级标准

能源网自动驾驶已开始实践运用

在数据中心，采用 AI 机器人，可实现自动巡检、识别图像声音气味、提供温度云图、进行资产管理，信息实时上报、自动生成巡检报告等，让数据中心巡检进入“无人”时代。



图 23：数据中心采用 AI 机器自动巡检

在光伏发电站，采用 AI 技术的智能光伏 IV 诊断方案，2 分钟可完成百兆瓦级别光伏电站的全量扫描，10 分钟在线生成报告，实现光伏电站“无人”运维和诊断。



图 24：智能光伏 IV 诊断方案替代人工

趋势七

综合智慧能源

❖ 传统能源系统将走向综合智慧能源系统，提升能源效率，降低用能成本

传统能源的建设方式中，源 - 网 - 荷 - 储独立建设，缺乏统一管理和协同，造成能源效率低、用能成本高。综合智慧能源运用数字化的技术，将能源的发电、输电、配电、用电各个环节，从传统的烟囱式独立系统架构和孤岛式管理，演进至统一架构、统一管理和综合应用，实现全链路的统筹、协调和优化，极大提升能源利用率，降低用能成本。

❖ 综合智慧能源助力实现“零碳国家”

通过综合智慧能源，打造源 - 网 - 荷 - 储一体化的自治系统，推进园区、家庭、数据中心、网络、出行、工厂等细分场景的零碳化建设，充分发挥绿色产业动能优势。推动经济绿色低碳转型和可持续发展，助力“零碳国家”建设，加速碳中和目标达成。



图 25：传统能源系统向综合智慧能源系统演进示意图

趋势八

智能储能系统

❖ 全面锂电化正迅速成为各行各业的储能首选

传统的铅酸电池使用面临很多问题，如体积大、重量重、循环寿命短，且对环境要求严苛，温度太高会缩减寿命、太低则影响使用性能。从全生命周期的拥有成本、使用寿命、安全性角度来说，锂电池优势明显，有更广泛的应用前景。随着电动汽车的快速发展，锂电池成本已大幅下降，已广泛应用于各行各业。

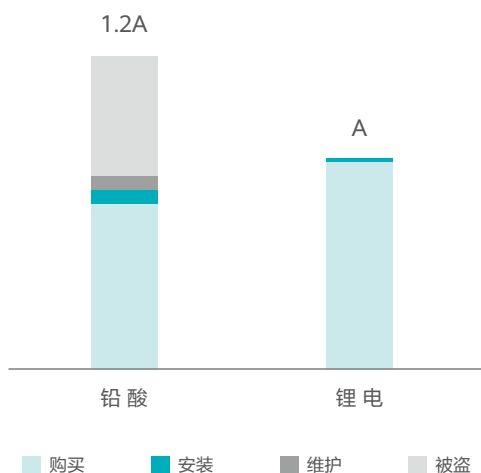


图 26：锂电及铅酸全生命周期的拥有成本对比

❖ 普通锂电将演进为智能储能系统，最大化储能价值

当前普通锂电池仅是电芯与结构件的简单组合，在使用过程中，电芯的不一致性将导致偏流和环流，影响锂电寿命，同时带来安全隐患。当前锂电池主要用于备电，使用效率低，投资收益低。为了提高储能的安全性，激发更多应用和最大化储能价值，智能储能系统应运而生。

智能储能系统采用 AI、大数据、云、IoT 等技术，实现储能系统的自组网和云化智能管理。通过 AI 和大数据，使用更精准的电化学模型，提升储能管理精度，同时可对储能系统进行状态、寿命和风险预测，保障系统的可靠运行和安全。智能储能系统应用场景更加丰富，如与电网协同，实现调频调峰；与业务协同，实现错峰运营效率最大化。在中国浙江，通过智能储能系统的 AI 自错峰，节省电费近 17%。

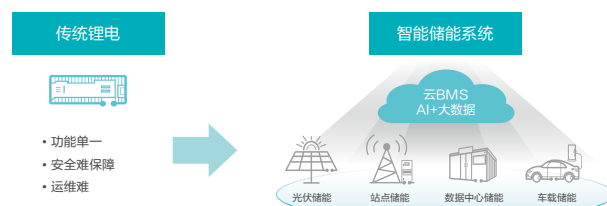


图 27：从传统锂电向智能储能系统演进示意图



趋势九

随时随地超级快充

在体验为王的时代，随时随地超级快充为终端用户提供极致的充电体验

未来不管是消费电子产品还是电动汽车出行，都将实现 10 分钟内完成充电，且充电地点不再受限，真正做到一杯咖啡时间，随时随地充满能量。

消费电子产品的材料、器件、拓扑全系演进，加速随时随地超级快充

移动互联网时代，人们在体验便捷生活的同时，电能的高速消耗与持久续航之间的矛盾让人们产生了“低电量焦虑”，随时随地超级快充需求日益增加。随着电力电子技术的发展，如新型的宽禁带技术及拓扑技术、先进散热材料的成熟应用，加速充电功率提升和体积小型化，

实现超级快充的同时，也使得充电模块可以集成到各种设备中。未来无论是无线充还是有线充，充电设备不再局限于传统的充电器，无论是插排、插墙，还是电脑主机、台灯、跑步机、咖啡机，甚至是公交车、高铁等，都可以集成快充模块，真正实现居家、办公、出行、休闲等所有场景都能随时随地超级快充。

充电速度慢是影响消费者购买电动汽车的主要因素

汽车正在从传统的燃油车向 0 排放的新能源电动汽车发展，但当前电动汽车的充电速度仍有待提高，平均快充时间为 1 小时。充电速度慢是影响消费者购买电动汽车的最主要原因，而当前整车电气架构受限于电压平台，无法实现真正的快充。



10min@0~100%电量



图 28：消费电子产品快充演进示意图



为了提供极致超级快充体验，高压架构是必然方向

从桩侧到车侧进行更高电压的电气架构级改革，使高压平台电动车 10 分钟内即可完成充电，真正做到充电像加油般迅速、便捷，为用户提供极致的快充体验。

7min@20~80%电量

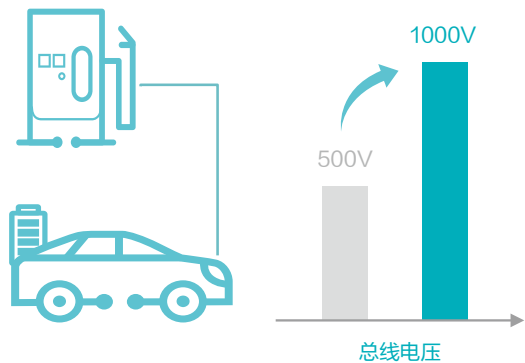


图 29：电气架构高压演进示意图

高端出行服务领域，无线充电加速市场化应用

有线充电无线化，将进一步提升充电体验。随着金属异物及生命体检测技术的成熟，无线充电逐步进入人们的视野，充电将无需人工干预，自动泊车、自动充电，为终端用户提供更加极致的便捷充电体验。

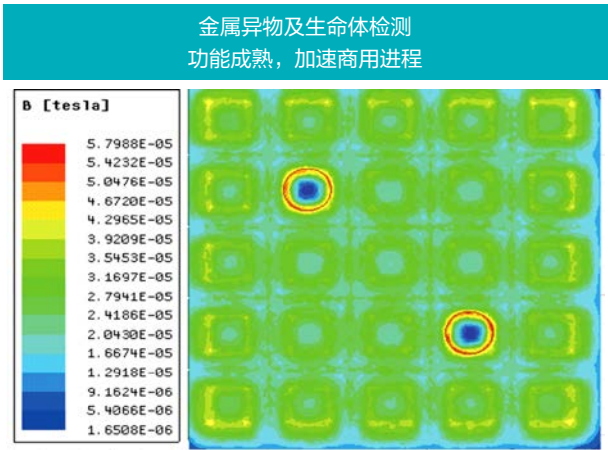


图 30：金属异物及生命体检测示意图



趋势十

安全可信



能源产业向网络化、数字化、智能化转型，硬件和软件的可靠性、安全性、隐私性、韧性等成为必须要求。

❖ 系统级设计保障安全可信

在硬件端，除了硬件本身的高可靠设计及制造外，需加强预测性维护，由被动变主动，从器件、设备到系统三层级，进行寿命预测性维护，夯实可靠地基；在软件端重点投入分层级防御，实现软件的分层可控、分层防御，使软件更加安全可信。

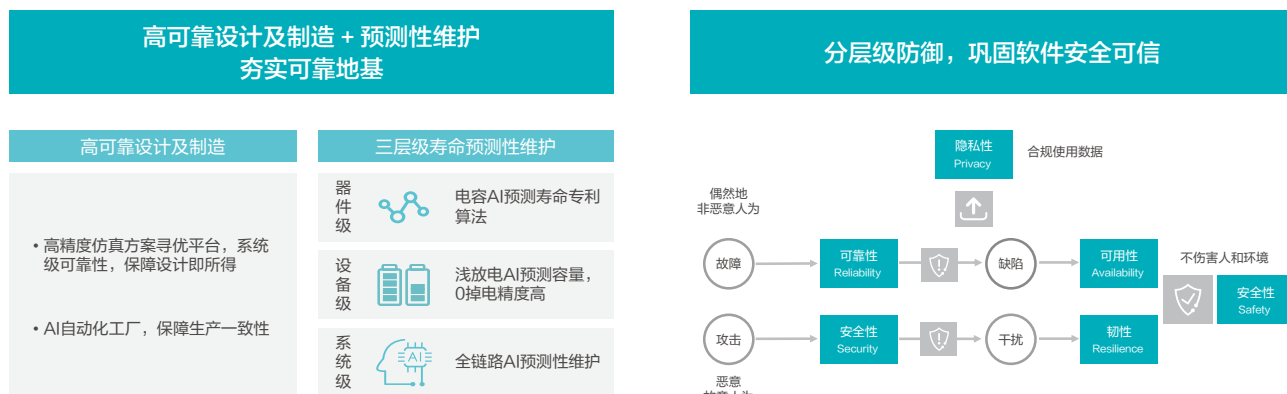


图 31：系统级设计保障安全可信

缩略语

序号	缩略语	中文名称	英文名称
1	RSD	快速关断	Rapid Shutdown
2	ICT	信息及通信技术	Information and Communications Technology
3	OPEX	运营成本	Operating Expense
4	UPS	不间断电源	Uninterruptible Power Supply
5	PSU	电源模块	Power Supply Unit
6	LCOE	度电成本	Levelized Cost of Electricity
7	PUE	电能使用效率	Power Usage Effectiveness
8	SDS	智能直流发电系统	Smart DC System
9	BMS	电池管理系统	Battery Management System
10	PCS	储能变流器	Power Conversion System
11	eMIMO	能源多输入多输出	Energy Multi-input Multi-output
12	SST	固态变压器	Solid-state Transformer
13	PCBA	印制电路板组件	Printed Circuit Board Assembly
14	SLA	服务级别协议	Service Level Agreement

免责声明

本文档可能含有预测信息，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，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，数字能源产业智库不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。数字能源产业智库可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有 © 2021 数字能源产业智库。保留一切权利。

允许转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点，但需注明来源：数字能源产业智库。