

5G 电源白皮书

文档版本 01
发布日期 2019-01-30

华为技术有限公司



正文目录

- 1 5G时代的变化..... 4
 - 1.1 网络的变化..... 4
 - 1.2 功耗的变化..... 4
 - 1.3 能源行业的变化..... 5
 - 1.4 电源行业的变化..... 5
- 2 5G网络演进对能源的挑战..... 6
 - 2.1 站点能源建设和改造的挑战..... 6
 - 2.2 能源运维的挑战..... 7
- 3 5G能源的需求及设计理念..... 7
 - 3.1 5G能源总体需求..... 7
 - 3.2 5G能源设计理念..... 8
- 4 5G电源细分场景及产品特征..... 8
 - 4.1 改造和叠加场景..... 8
 - 4.2 新建或搬迁场景..... 11
 - 4.3 小站场景..... 12
 - 4.4 能源智能化..... 12
 - 4.5 高效节能..... 15
 - 4.6 智能锂电..... 16
 - 4.7 智能运维..... 16

图表目录

图1: 5G单站典型最大功耗.....	4
图2: 5G站点频段占比演进变化示意图.....	4
图3: 光伏与火电度电成本对比	5
图4: 锂电与铅酸成本对比.....	5
图5: 整流器效率演进示意图	6
图6: 5G室内刀片电源支持极简部署5G	9
图7: 高密电源、高密锂电、高密温控实现极简改造或叠加	10
图8: 全系列室外刀片电源支持极简叠加AAU	11
图9: 室外场景新建5G智能电源支持平滑演进	11
图10: 室内场景新建5G智能电源支持平滑演进	12
图11: 室内场景新建5G智能电源支持平滑演进	12
图11: 基于CLOUD+AI的5G智能架构	13
图12: 四层智能协同实现E2E高效节能	14
图13: 5G电源实现智能温控.....	14
图14: 5G电源实现智能削峰.....	15
图15: 5G智能电源实现电源-站点-全链路高效节能.....	15

1 5G时代的变化

1.1 网络的变化

5G时代是全移动和全连接的智慧时代，人与人、人与物、物与物都需要进行联接和通信，2025年全球连接数量将会超过1000亿。

5G的场景及业务需求更加多样化。3GPP定义的5G三大场景：eMBB（Enhanced Mobile Broadband，10Gbps），uRRLC（Ultra Reliable and low latency communications, 1ms）以及mMTC（Massive Machine Type Communications, 1 million/km²）。

1.2 功耗的变化

从4G演进到5G，单位流量的功耗（Watt/Bit）大幅降低，但5G功耗相比4G大幅增长。预计在5G时代，64T64R AAU最大功耗将会达到1000~1400W，BBU最大功耗将达到2000W左右。

5G时代，一站多频将是典型配置。预测5频以上站点占比将从2016年3%增加到2023年45%。一站多频将导致整站最大功耗超过10kW，10频及10频以上站点功耗超过20kW，多运营商共享场景下，功耗还将翻倍。

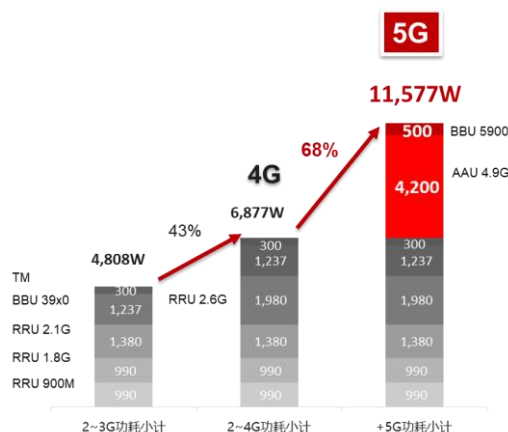


图1：5G单站典型最大功耗

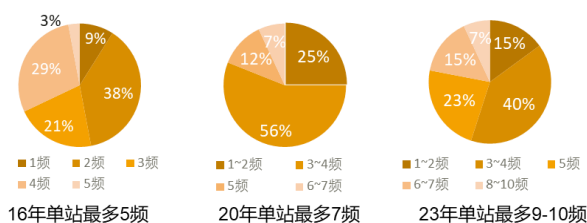


图2：5G站点频段占比演进变化示意图

5G网络将会走向低/高频混合组网，为满足网络容量增长的业务需求，大量的末梢站点将会被部署，网络站点数量将会出现大幅增加，整个网络的功耗将呈倍数增长。

1.3 能源行业的变化

● 光伏行业

全球太阳能发电量将从2015年的391GW增加到2020年的600GW，2020年全球将全面实现光伏平价上网。

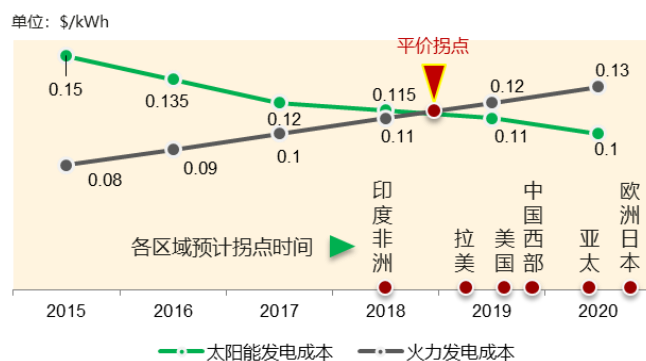


图3：光伏与火电发电成本对比

● 锂电行业

随着全球电动汽车行业的蓬勃发展，预计2030年全球锂电需求将达3000GWh，驱动锂电池成本快速下降，预计2021年锂电与铅酸的成本基本持平。

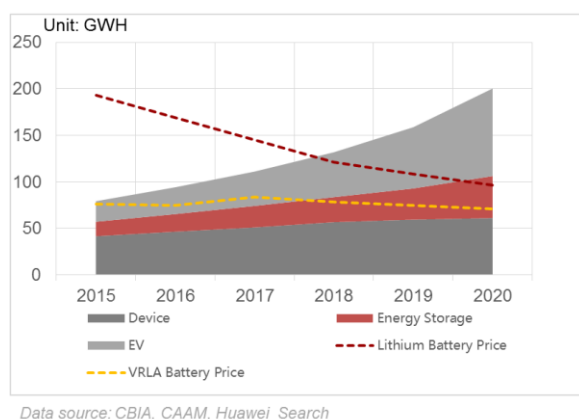


图4：锂电与铅酸成本对比

随着光伏和锂电行业的发展，性能的快速提升、成本的大幅下降必然为通信能源带来变革，使站点能源成本更低、更绿色。

1.4 电源行业的变化

通信能源整流转换技术已实现98%转换效率，逼近工程技术天花板，但整站全链路效率依然偏低。5G时代，需要从关注电源单部件效率到整站全链路效率提升，实现站点及整网能耗最低。

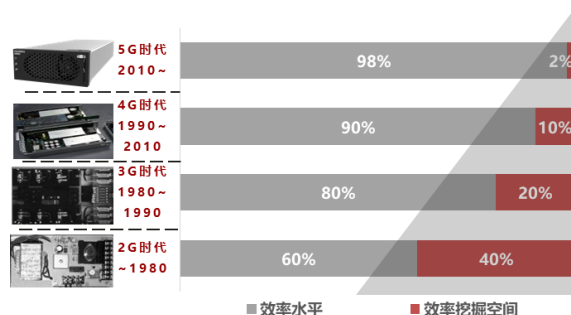


图5：整流器效率演进示意图

2 5G网络演进对能源的挑战

2.1 站点能源建设和改造的挑战

- 市电引入的挑战

由于5G站点功耗大幅增加，部分站点现有市电容量不满足5G部署，面临扩容。市电扩容成本高、周期长，将严重拖累5G部署节奏，大幅增加投资。

例如：中国涉及市电改造站点比例超30%；南非市电扩容改造周期约12个月，德国约10个月；在菲律宾改造费用约3000美元/站。

- 配电的挑战

5G单频配电至少需要2路100A（或4路32A+3路63A）。例如中国某运营商63A及其以下的直流空开路数占比约为75%，不满足5G扩容。

在5G大功率AAU拉远供电场景中，线缆压降过大导致线缆损耗过大，甚至部分设备输入电压低于工作电压，导致AAU无法工作。

- 备电的挑战

5G站点功耗增大，按照传统备电策略，运营商在备电上的投资将倍增。同时传统铅酸电池能量密度低，重量重、体积大，部分站点楼面承重和空间都将面临巨大挑战。

- 温控的挑战

5G站点功耗翻倍带来热耗大幅增加，超过现有部分站点散热能力，站点温控改造成本高、周期长。

- 机房及机柜空间的挑战

部分现有机柜内部剩余空间有限，难以收容5G设备。传统新增机柜方案将导致占地增加，部分站点空间受限，5G新增设备收容面临挑战。

2.2 能源运维的挑战

- 电费大幅增加

当前电费普遍占运营商收入的1%~8%，在5G时代站点功耗倍增，电价逐年上涨的趋势下，运营商的电费压力将会更大，节能降耗将会是运营商的核心诉求之一。

- 维护更加复杂

5G业务的多样性对能源保障需求更多样，将增加站点维护的复杂度；5G站点多频化、高频化也将带来设备数量增加，维护难度及人力投入进一步增大，站点维护成本将会大幅增加。

- 租赁费用高昂

5G部署传统方案要新增电源、电池及机柜，导致运营商需要租用新的空间或机房，租赁费用将会增加。

3 5G能源的需求及设计理念

3.1 5G能源总体需求

为了应对5G部署对能源的挑战，提升运营商的投资效率，未来5G能源解决方案需满足低成本部署、快速建设、高效节能、平滑演进和运维简单的需求。

- 低成本部署

5G能源在工程建设上需要做到“三不”，即“不增机柜”、“不改市电”和“不改配电（含粗线）”。利旧现有站点机柜或者搬迁老机柜，不增机柜实现不增占地；不改市电是指免去市电的改造（如市电变压器、供电线缆、前级空开等），避免高昂的市电改造成本；通过技术手段提升线缆的供电能力，不改配电（含不换粗线）解决铁塔承重与高成本问题。

- 快速建设

5G能源在部署上需要做到灵活、快速。例如对存量改造站点能支持不改变存量电源占地大小或外观，免去重新谈判的时间和费用；对新建站点能实现最小的占地面积和支持最简单快速的安装方式。

- 高效节能

5G能源要实现全链路的节能。单一部件的节能方案已无法支撑5G站点的节能诉求，需要站在整站和整网的层级思考全链路的节能方案。

- 平滑演进

在与4G建设相同或者更少的初始投资下，站点能源各子系统具备平滑向5G演进的能力。

- 运维简单

5G时代站点翻倍，站点复杂度大幅增加，运营商难以承受传统运维方式带来高昂的费用，5G能源需求更高效简单的运维方式。

3.2 5G能源设计理念

传统能源相当于“功能机”，只具备基本的供电功能。传统的设计理念难以支撑5G能源演进，需要有断代的设计理念驱动能源从“功能机”演进到“智能机”。华为基于对5G网络的深刻理解，提出5G能源设计需要遵从“极简”、“智能”和“高效”三个理念。

- 极简

5G能源需要遵循极简的设计理念，5G能源创新解决方案实现少占空间、简易安装、急速部署和简单运维。

- 智能

5G能源基于Bit管理Watt的理念，应用AI与Cloud技术实现电源与站点设备、电源与网络设备多层次的智能协同，电源从“功能机”演进到“智能机”，支撑站点的CAPEX和OPEX大幅降低。同时站点运维也需要从传统人工运维走向更高效的智能运维。

- 高效

区别于传统基于单部件节能的设计，5G能源需要从供电、转换、备电、配电、温控和负载环节进行端到端的全链路高效设计。同时在供电环节，支持各类新能源接入，支撑绿色节能，实现0 bit 0 watt的目标。

4 5G电源细分场景及产品特征

基于客户需求及面临的挑战，5G部署存在多种场景：存量站点升级改造或叠加、新建或搬迁站点、小站等多个场景。基于“极简”、“智能”、“高效”的理念，针对不同场景提出最优解决方案。

4.1 改造和叠加场景

- 室内改造或叠加场景

“一频叠加一刀片或一刀片改造一站”是室内场景极简、快速部署5G的最优能源方案。

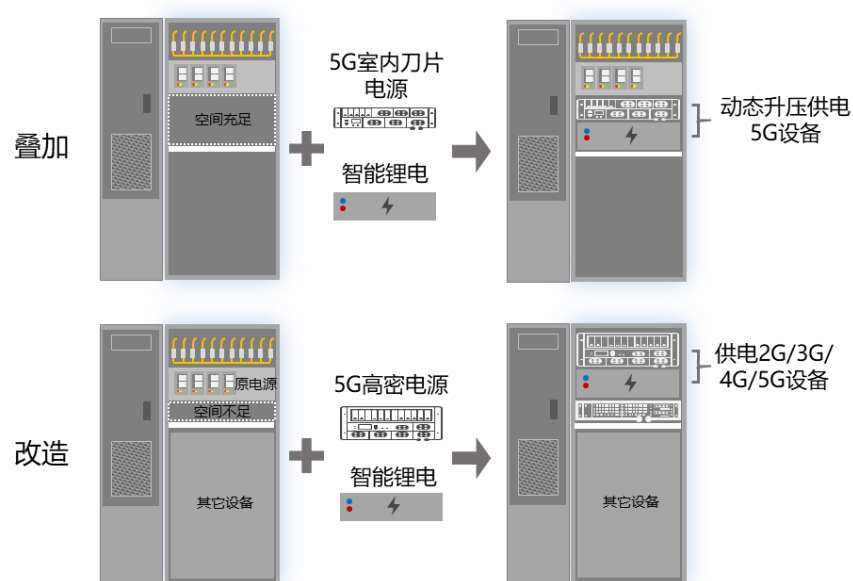


图6: 5G室内刀片电源支持极简部署5G

- 室外宏站改造或叠加场景

室外宏站在向5G演进中，通常面临电源容量、备电、温控和地基不足等多种问题，采用高密电源框替换原电源、高密锂电替换原铅酸可实现5G部署的极简改造，采用叠加室外高密散热DEU可以实现不增机柜/免土建收容5G BBU。

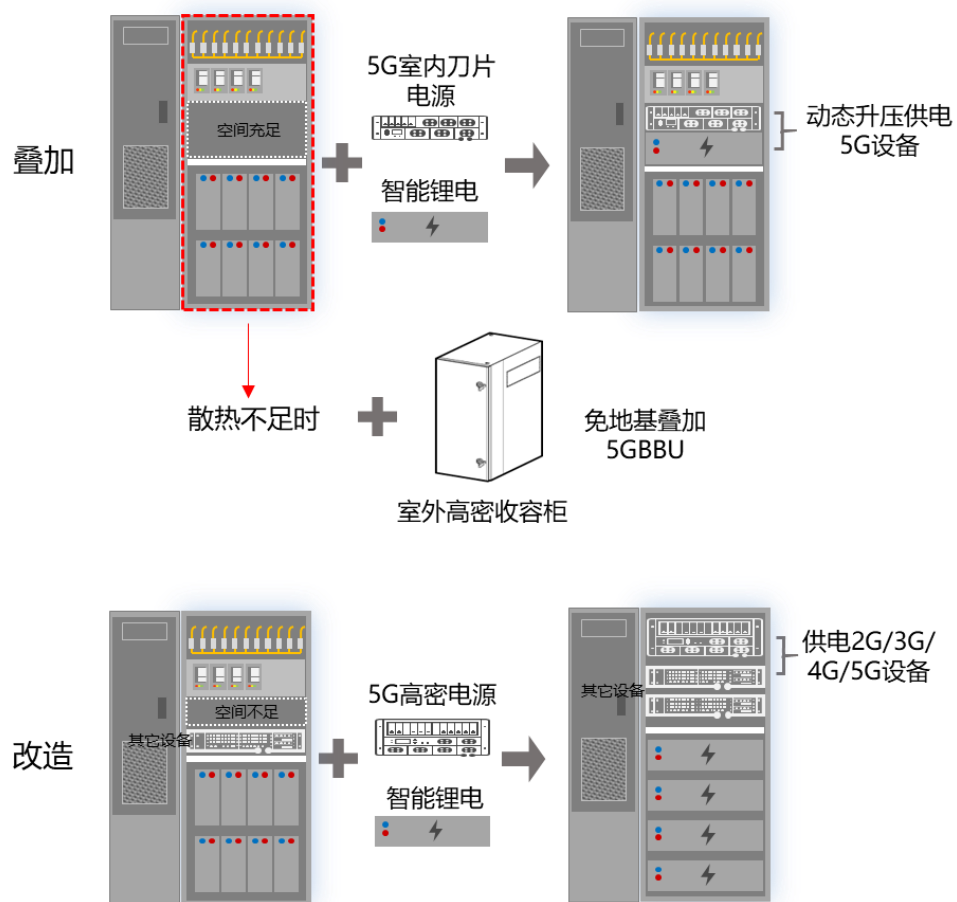


图7：高密电源、高密锂电、高密温控实现极简改造或叠加

- 室外AAU叠加场景

在5G AAU拉远场景下只考虑AAU供电，高防护等级的全系列室外刀片可实现与AAU同场景应用，支持零占地极简部署。

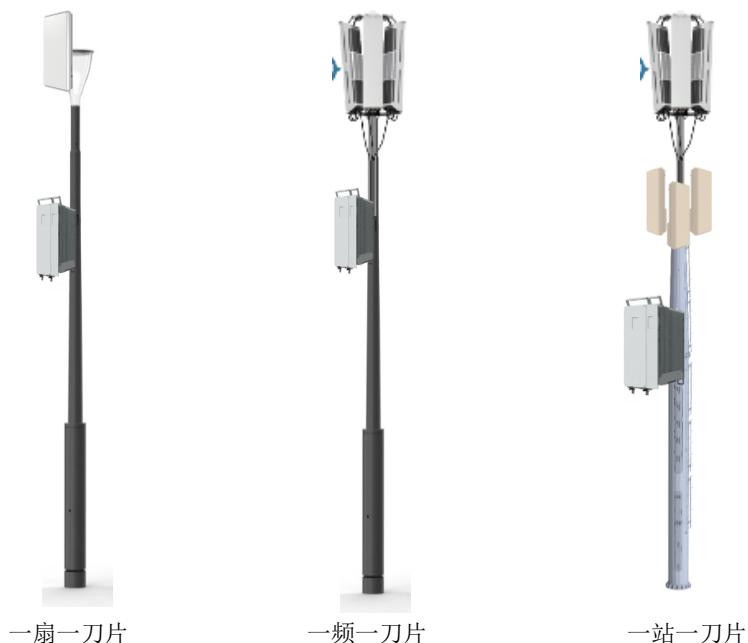


图8：全系列室外刀片电源支持极简叠加AAU

4.2 新建或搬迁场景

针对新建或搬迁站点，在2G/3G/4G基础上，需要考虑向5G平滑演进，“一站一柜”是全场景新建或搬迁的理想模式。

● 室外场景

一站一柜兼容2G/3G/4G，支持功率、配电、备电、温控向5G平滑演进。

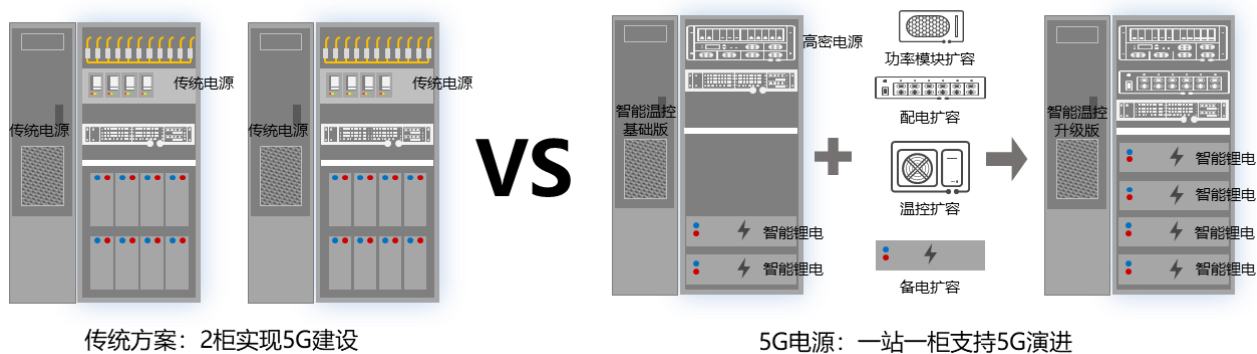
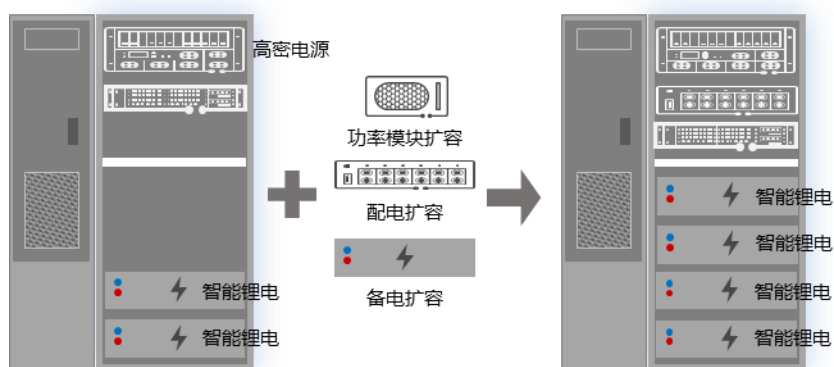


图9：室外场景新建5G智能电源支持平滑演进

● 室内场景

一站一柜兼容2G/3G/4G，支持功率、配电、备电向5G平滑演进。



5G电源：一站一柜支持5G演进

图10：室内场景新建5G智能电源支持平滑演进

4.3 小站场景

小站设备安装灵活，场景多样，配套采用体积小、重量轻的刀片电源，支持抱杆/挂墙等多场景的安装，设备与环境实现完美融合。在5G时代，对于业务连续性的要求会增大，对小站供电可靠性要求提升，电源需要备电接口，支持按需备电。

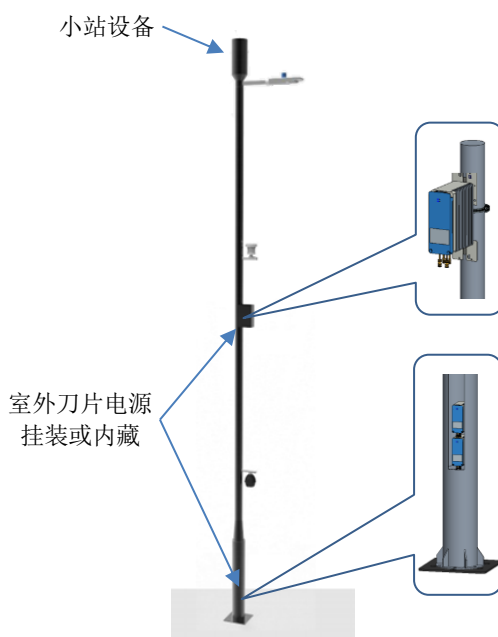


图11：室内场景新建5G智能电源支持平滑演进

4.4 能源智能化

传统电源简单的供电功能无法满足5G时代的需求，站点能源需要以电源为中心，实现电源与站点设备的协同（电池、空调、市电……）、电源与网络负载联动。5G时代实现传统电源向智能电

源的演进。

- 智能架构及四层协同

5G智能能源网络架构包含智能营维平台、5G智能电源和智能部件。基于Cloud+AI的边缘计算能力，支撑5G智能能源的最优建设与管理。

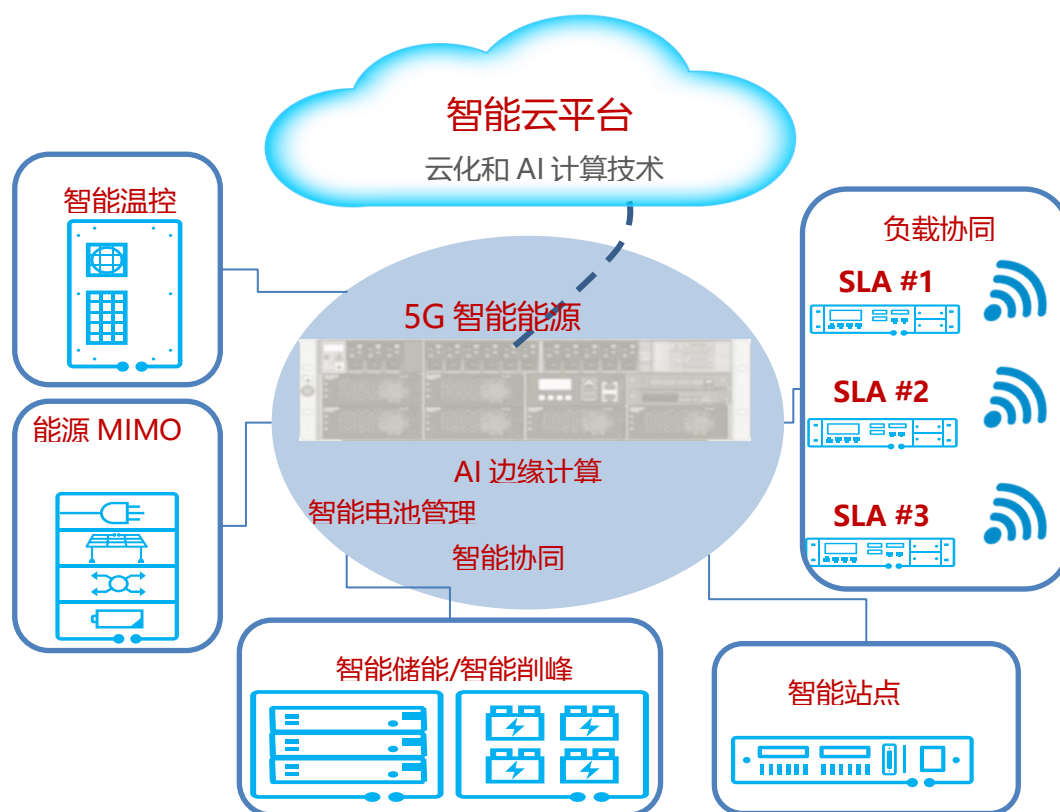


图11：基于Cloud+AI的5G智能架构

通过模块级、站点级、站网级、业务级四层智能协同实现整站、整网的高效节能。

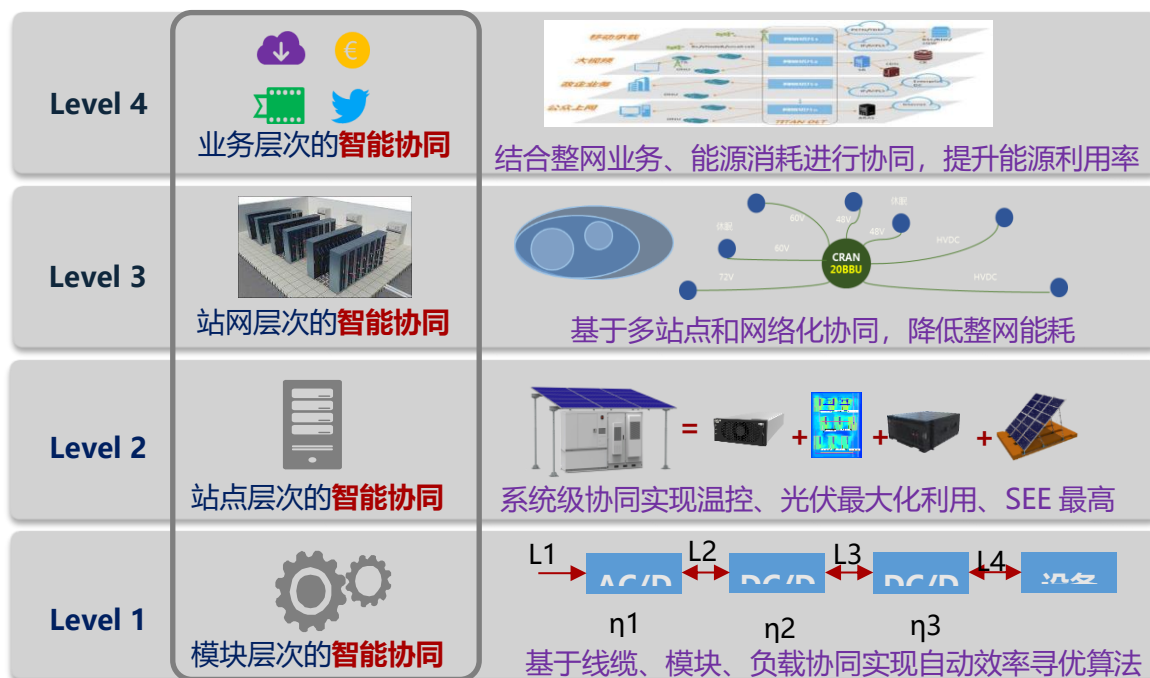


图12：四层智能协同实现E2E高效节能

● 5G智能能源的典型特征

◆ 负载协同

5G智能电源与负载设备协同，基于智能算法结合负载设备的功率、供电线缆损耗等因素，动态调节电源输出电压，实现端到端的供电效率最优。

◆ 智能储能

智能储能实现电池平滑扩容（新旧并联、不同容量并联、不同厂家并联、不同类型并联等应用）、动态升压、准确预测容量及健康状态等智能特性。

◆ 智能温控

基于AI智能，由传统温控仅由1个变量（环境温度）控制，转变到温控与基站其他N个因素协同联动（如环境温度、设备温度、业务状态、天气预测……），实现高效节能。

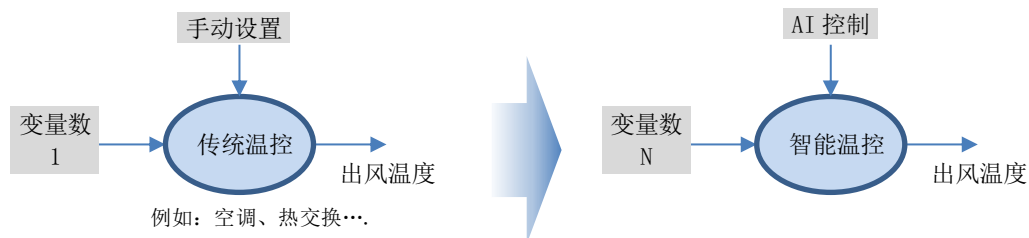


图13：5G电源实现智能温控

◆ 智能削峰

基于软件定义电源及智能储能的智能能源调度算法，支持市电输入相对传统方案必须按照峰值

功率配置，降低为按照典型功率配置，大幅降低市电改造的费用。

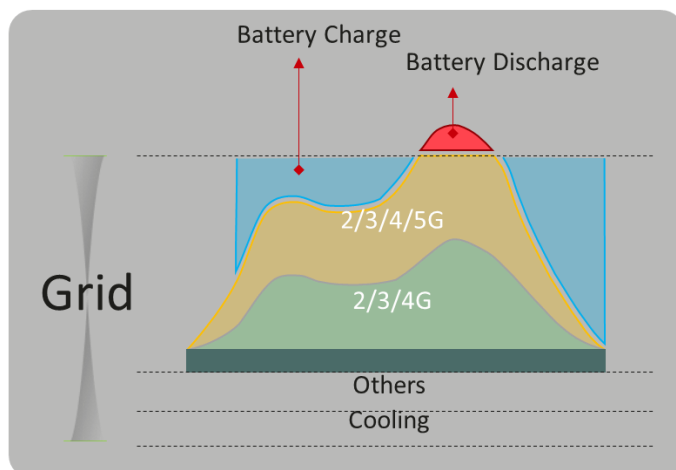


图14: 5G电源实现智能削峰

4.5 高效节能

5G智能电源具备全链路高效节能的特点，区别于4G时代单部件高效设计，5G智能电源从供电、转换、备电、温控、配电和负载环节进行端到端的节能系统设计，追求“0 bit 0 Watt”的终极目标。



图15: 5G智能电源实现电源-站点-全链路高效节能

- 电源高效

5G智能电源通过先进电力电子技术，可实现最高效率98%的功率转换，降低功率转换损失。

- 站点高效

5G智能电源通过供电高效、电源高效、温控高效等联合措施实现站点高效。

- 全链路节能

5G智能电源与主设备协同，通过智能动态升压、智能关断节能等实现全链路高效节能。

- 新能源应用实现站点绿色节能

节能减排已成为各个企业的基本社会责任，光伏等新能源成本持续降低，应用性价比越来越高，5G智能电源支持叠光和光储去油，实现站点绿色节能。

4.6 智能锂电

- 以锂代铅

锂电经过20年左右发展，特别是近几年随着电动汽车快速应用，锂电成本快速下降，预计2021年CAPEX与铅酸持平。相对铅酸电池，长循环、大倍率、体积小、重量轻等优点驱动锂电在通信能源领域取代铅酸成为客户的优选。

- 从传统铅酸向智能锂电演进

通过AI算法、先进的电力电子转换等技术，实现锂电的智能化，包括SOC与SOH状态的实时监控、多组并联时电流均衡、动态升压、高/低温场景下的应用安全和智能防盗等。考虑到电池资产的有效保护，还需要做到电池的灵活扩展，如新旧电池、不同厂家、不同容量、不同类型电池并联使用。

- 电池应用从单纯备电到备电+循环

5G时代，如前所述，面临市电改造、短时备电、储能高密等多个诉求，传统铅酸电池因其循环性能弱、大倍率放电实际放出容量小等缺点，难以满足。

智能锂电以其优异循环及倍率性能，通过智能削峰减少市电改造，通过错峰用电降低客户电费，通过大倍率放电实现精细配置应对短时备电。

4.7 智能运维

5G网络为满足最终业务应用的要求，网络的动力可用度（PAV）、站点能效（SEE）、运维效率、站点安全等都需要达到更高的水平。

- PAV

PAV即动力可用度，是Power Available Value的缩写，表征的是站点直流侧供电的可靠性，定义如下：

$$\text{动力可用度 PAV} = \frac{\text{站点设计工作时长} - \text{因供电问题导致的掉站时长}}{\text{站点设计工作时长}}$$

通过对站点可用度的智能管理实现精准投资。

5G电源面向动力可用度做深度的智能化演进：

- ◆ 5G 电源应具备管理站点动力可用度的能力
- ◆ 5G 电源应支持 PAV 前瞻性运维

- SEE

SEE即站点能效指标，是Site Energy Efficiency的缩写，SEE表征的是站点端到端能效水平，定义如下：

$$\text{站点能效 SEE} = \frac{\text{主设备消耗的能量总和}}{\text{站点输入的能量总和}}$$

5G时代，网络能耗大幅增加，针对站点能效进行有效的管理，可以大幅降低网络运维费用。

- ◆ 5G 电源应具备管理站点能效 SEE 的能力
- ◆ SEE 与流量统计相结合
- 运维简单

ICT网络运维是朝着无人化、自动化、远程化趋势发展，实现运维简单高效。

- ◆ 建立全面的数字化感知能力
 - ◆ 自动运维代替人力运维
 - ◆ 精准上站节省误上站成本
 - 智能安防
- 基于数字化、Cloud & AI 新技术等实现对站点的生产安全、资产安全。
- ◆ 智能安防的基础是全面数字化
 - ◆ 智能视频、智能锁、智能报警等安防新技术
 - ◆ Cloud & AI 新技术