

附件

《国家通信业节能技术产品应用指南与案例（2021）》之七 ——5G 网络节能技术产品

（一）智能免维护自然冷机房节能系统

1.适用范围

适用于 5G 网络配套设备设施。

2.技术原理及工艺

依托自清洁技术和空气净化技术，搭载完善的控制系统和节能管理系统，通过同机房空调联动，智能优先引入净化后的室外自然冷源——新风对机房降温，代替机房空调大部分时间工作，节约空调用电。

节能管理系统可远程监测及设置相关参数，方便运维管理。自清洁系统可定时清洁滤芯，实现滤芯的免人工维护。工作原理如图 1 所示。

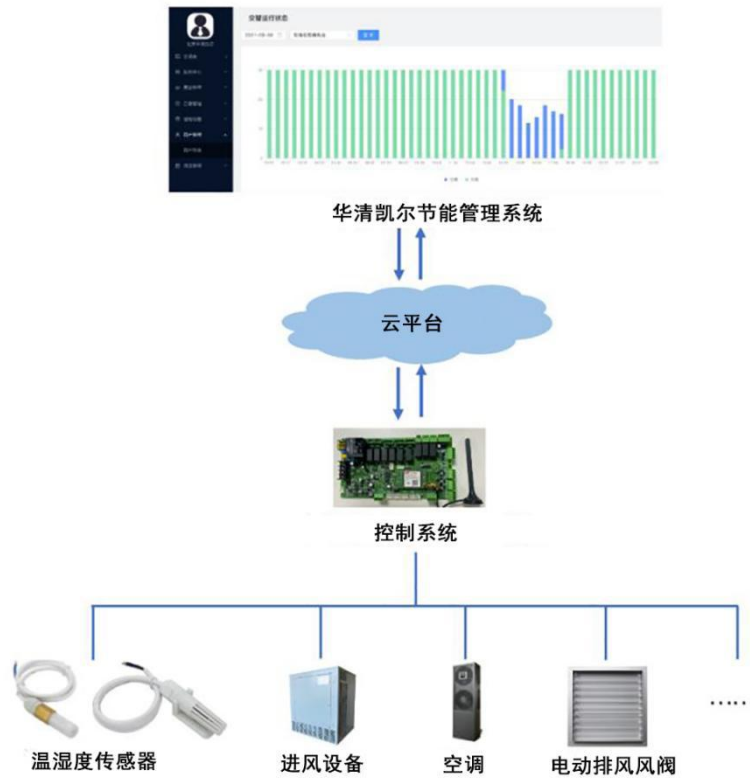


图 1 工作原理图

3.技术指标

(1) 标准测试工况下系统能效比 27 (GB/T 28521—2012)。

(2) 滤芯使用寿命达 5 年。

(3) 风量：1800 立方米/小时。

4.技术功能特性

(1) 自清洁系统自动清洁滤芯上积聚的颗粒物、杨柳絮、蚊虫等，并转移至集尘袋，实现滤芯的免人工维护，滤芯不堵塞。

(2) 采用百叶平行排布的条形进风口，允许杨柳絮等一般杂物进入，进风口不堵塞。

(3) 智能免维护自然冷机房节能系统同机房空调的联动效果好，智能可靠。

(4) 节能管理系统可远程监测及设置相关参数，方便运维管理。

(5) 滤芯的集尘带具有很好的柔韧性和耐磨性，使用寿命达 5 年。

5.应用案例

承德某机房，技术提供单位为北京华清凯尔空气净化技术有限公司。

(1) 用户情况简单说明

承德某机房外围护结构为砖混，面积 22 平方米，机柜电压 54 伏、电流 140 安，机房安装有 2 台 5 匹空调，总额定制冷功率 5.8 千瓦。实施前，机房由 2 台 5 匹空调降温，空调用电量较大。

(2) 实施内容及周期

安装一套智能免维护自然冷机房节能系统，将其与机房空调联动，采用轮替运行模式（连续 2 日，1 日新风空调联动降温，1 日纯空调降温），对比节电量和节电率，然后计算全年节电量，得出投资回收期。实施周期 1 年（2020 年 4 月至 2021 年 3 月）。

(3) 节能减排效果及投资回收期

实施后，新风空调联动运行 151 天，纯空调运行 151 天；连续对比节电 6310.2 千瓦时，对比年节电率约 19.3%；折合全年节电 1.5 万千瓦时。投资回收期 1.3 年（全国不同热工地区，投资回收期 2.5 年）。

6.未来推广前景

预计未来 5 年推广至 10 万个基站和 1.5 万个 5G 机房。

(二) 基站型中央节能保护机

1.适用范围

适用于 5G 网络配套设备设施。

2.技术原理及工艺

基站型中央节能保护机，融合应用反常霍尔效应原理与传统电容器原理，采用稀土霍尔共振棒与虚拟电容相结合的用户电力技术，共同削减电压凹陷与电压凸起、抑制电磁干扰与电磁泄漏，双向阻隔、抑制、滤除、吸收瞬流、浪涌及谐波污染，促进三相平衡，提高功率因数，实现优化电能环境和治理电能污染，通过改善和提高基站电能质量，使通信设备设施运行平稳，减少通信设备设施发热发烫，振动频率降低，减少配电系统铜损、铁损、线损，从电能源头上减少通信设备设施维护维修费用，延长通信设备设施使用寿命。虚拟电容工作原理如图 2 所示。

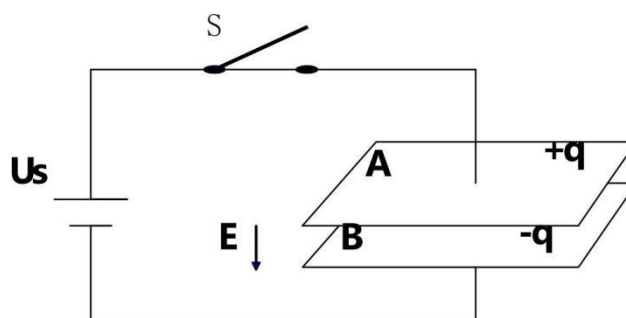


图 2 虚拟电容工作原理图

3.技术指标

- (1) 节电率：8%~25%。
- (2) 无功功率下降率 $\geq 20\%$ 。

(3) 电流谐波治理率平均值 $\geq 10\%$ 。

(4) 电压谐波治理率平均值 $\geq 15\%$ 。

(5) 三相电压不平衡拉近率 $\geq 15\%$ 。

(6) 三相电流不平衡拉近率 $\geq 40\%$ 。

4.技术功能特性

(1) 安装在基站电能入口端，治理电能污染，提高功率因数，减少线损，削减空调启停冲击。

(2) 改善和提高电能质量，使基站通信设备设施平稳运行，延长通信设备设施使用寿命，降低故障率，减少维护维修费用。

(3) 降低基站通信设备设施的发热量，降低室内温度。

(4) 降低基站通信设备设施的噪声量。

5.应用案例

昆明市某基站节能技改项目，技术提供单位为**成都祥和云端节能设备集团有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

该基站节能改造前每年耗电量 8.12 万千瓦时，该基站低压配电系统内传输机、基站发射器、电源柜、蓄电池、监控系统、天馈系统、3 匹空调 1 台、照明等，负载设备、开关、电缆损耗较大，设备温度较高，设备噪声较大。

(2) 实施内容及周期

在该基站低压配电系统低压总开关处串联 1 台祥和基站型中央节能保护机。实施周期 4 天。

(3) 节能减排效果及投资回收期

该基站安装使用祥和基站型中央节能保护机后，节电率为 16.9%，年节电 1.37 万千瓦时。该产品有效使用年限为 20 年，投资回收期为 31 个月。

6.未来推广前景

预计未来 5 年安装量可达全国基站总量的六分之一。

(三) 基站蓄电池续航服务技术

1.适用范围

适用于 5G 网络整体解决方案。

2.技术原理及工艺

废旧铅酸蓄电池加入高效修复液后，在蓄电池智能修复系统的作用下，使电池性能恢复至全新时的 90%。修复后的电池通过能量碎片化管理系统将不同容量及品牌的电池混用，将串联电池组改为分组并联，使用双向直流/直流技术使各分组电池独立充放电。结合电池监控系统的运用及运维服务，使不达标电池续航时长超过 3 小时。能量碎片化管理技术工作原理如图 3 所示。

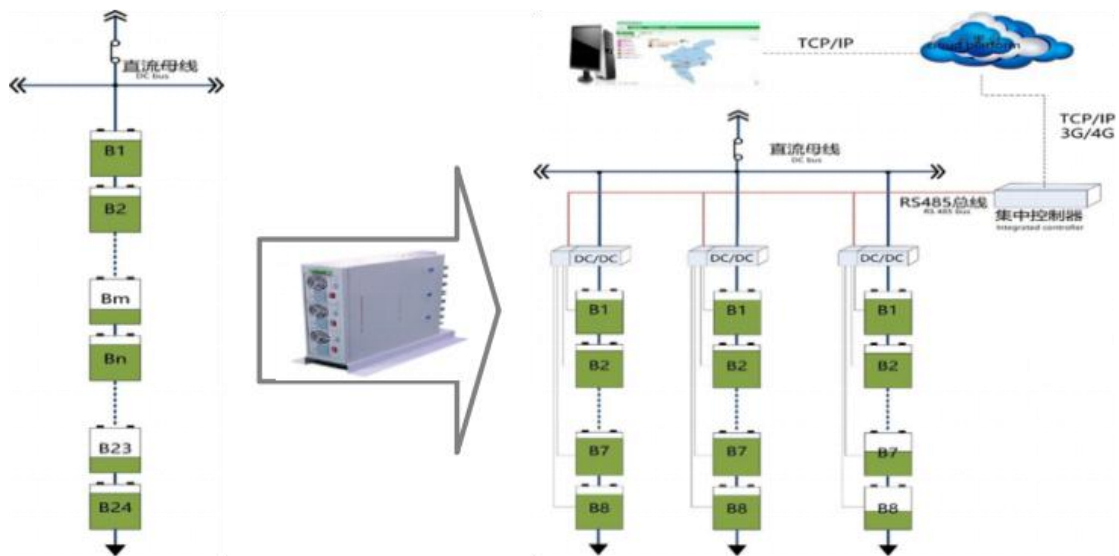


图3 能量碎片化管理技术工作原理图

3. 技术指标

- (1) 放电输出电压范围：3.5~57 伏。
- (2) 放电电池电流范围：0~80 安，放电恒度精度 ≤ 2 安。
- (3) 掉电瞬时响应功能，输出电压范围：43.2~50 伏。
- (4) 充电输出电压范围：9~21 伏。
- (5) 充电输出电流范围：0~50 安。
- (6) 充放电转换的最大效率 $\geq 90\%$ 。

4. 技术功能特性

(1) 蓄电池修复技术使蓄电池性能提升至全新时的 90%。该技术通过广东省科技厅组织的科技成果鉴定，行业专家鉴定结论为“国内领先、国际先进”水平。

(2) 支持不同类型的电池组混用；支持新、旧电池串并联使用，电池的配置更加灵活，提高蓄电池的利用率。

(3) 支持对各分组电池进行在线核容。

(4) 电池单独为直流负载供电，提高直流系统的安全性。

(5) 通过集中控制器来控制功率模块，可实现远程控制电池充饱电后自动进入休眠状态、休眠至设定时间后自动为电池补电（保证电池可以最大能量供电）。

(6) 支持电池在高温环境下使用，降低电池故障率。

5.应用案例

某公司工程项目，技术提供单位为广州泓准能源科技有限公司。

(1) 用户情况简单说明

该项目涉及 8 个地方，共有 384 个站点（共 752 个电池），改造前，基站电池的续航能力均不足 3 个小时。

(2) 实施内容及周期

主要包括“上站检测配组、替换物理损坏的电池、安装基站电池梯次利用管理系统、后台监控运维”四个具体措施，解决站点蓄电池续航服务时间不足 3 小时的问题，并提供连续 4 年的基站铅酸蓄电池性能提升及续航保障在线服务。实施周期为 5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

可减少 25% 电池生产需求量，节省上站车辆汽油消耗 3456 升，即每年可减排二氧化碳 6 吨。投资回收期 1.5 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 40%。

(四) 5G 应用场景下通信基站新风冷气机技术 ——新风冷气机系统

1.适用范围

适用于 5G 网络配套设备设施。

2.技术原理及工艺

收集雨水、冷凝水、自来水，并储存、净化后循环利用。内置湿帘和钛合金滤网将室外干热空气降温、过滤后清洁冷新风引入机房，实现对机房的温湿度控制，解决机房空调高耗能问题。比对传统空调节能比例超 40%，机房 PUE 下降至 1.25 以下，同时为机房提供连续制冷能力，并解决局部高温问题。工作原理如图 4 所示。

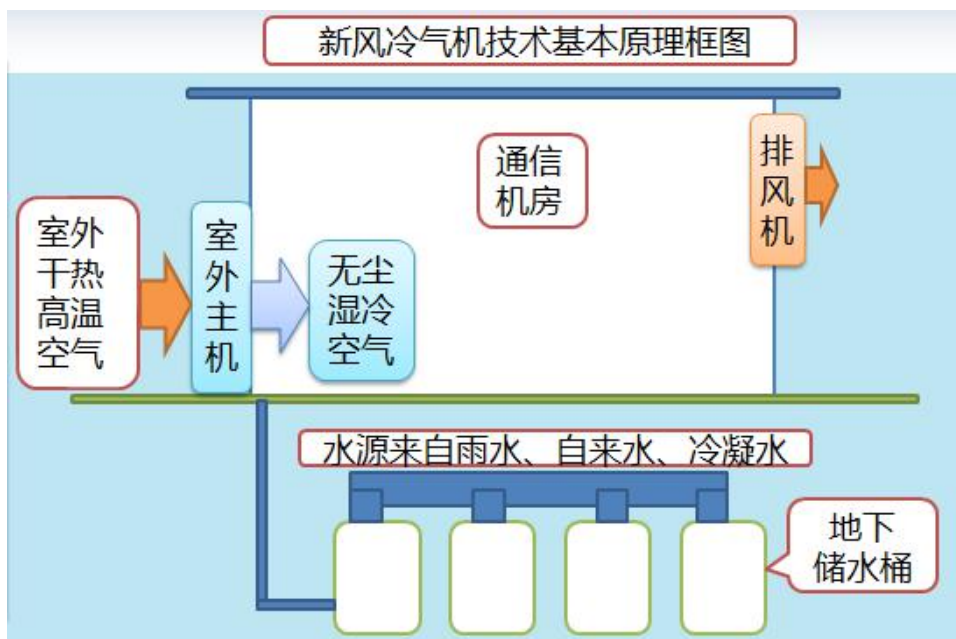


图 4 工作原理图

3.技术指标

(1) 额定功率：0.65 千瓦。

- (2) 送风距离 > 15 米。
- (3) 过滤效率：95%。
- (4) 降温效果 $\geq 8\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 45%。

4.技术功能特性

(1) 节能：对于直流负荷 ≤ 100 安的中小负荷机房可以替代传统空调，对比空调节能 75%以上；对于负荷 100 安以上较大机房，节能比例达到 40%以上。机房配置新风冷气机以后 PUE 可以下降至 1.25 以下。

(2) 全直流供电：为机房提供连续制冷能力。

(3) 循环利用雨水及冷凝水，实现零排放。

(4) 免维护：自动清洗、自动排淤，5 年内无须更换过滤网。

5.应用案例

某电信运营商多个节能减排项目，技术提供单位为杭州蓝光通信科技有限公司。

(1) 用户情况简单说明

某电信运营商 5G 机房数量超过 20 万个，其直流负荷普遍大于 100 安，PUE 普遍大于 1.5，能耗水平居高不下。

(2) 实施内容及周期

利用新风冷气机技术为机房提供高能效比的制冷能力，降低空调运行时长。设备运行时间已经超过 3 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期

负荷 200 安机房无新风冷气机，空调全年耗电 32132 千瓦时；配置新风冷气机后全年耗电 16890 千瓦时；年节电

15242 千瓦时，按 0.7 元/千瓦时核算，单个机房全年节约电费 10669 元，同时提高了应急制冷能力。投资回收期小于 2 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年推广至 5 万个基站。

（五）机房制冷双回路热管空调机

1.适用范围

适用于 5G 网络配套设备设施。

2.技术原理及工艺

机房制冷双回路热管空调机结合了压缩机制冷和热管换热两套独立系统，通过智能化控制，当室外温度低于室内时，热管系统优先运行，不开启压缩机即可把室内热量带到室外；随着室外温度升高，压缩机制冷介入补充，维持制冷能力稳定，全年可减少压缩机的工作时长，从而节约整机的耗电量。工作原理如图 5 所示。

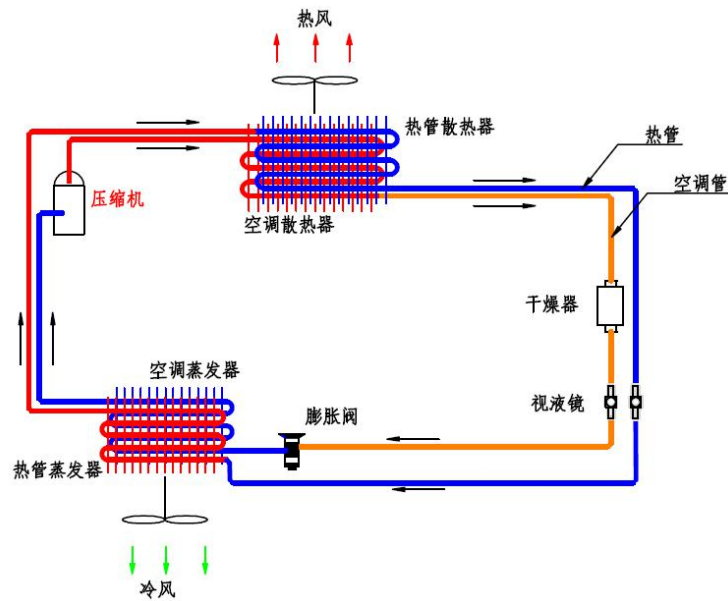


图 5 工作原理图

3.技术指标

- (1) 节能运行模式能效比 ≥ 11 。
- (2) 混合节能模式能效比 ≥ 5.5 。
- (3) 压缩机制冷模式能效比 ≥ 3 。

4.技术功能特性

- (1) 机房专用设计，大风量送风远，可解决机房局部热点问题。
- (2) 设备外形针对通信机房优化，尺寸合适，安装方便。
- (3) 相较于普通机房空调，可减少 50% 以上的压缩机工作时长，节能效率高，整机寿命高于普通机房空调。

5.应用案例

沈阳某通信运营商的综合传输机房，设备提供单位为湖北兴致天下信息技术有限公司。

- (1) 用户情况简要说明

机房面积约 80 平方米，原有 3 台 5 匹普通空调，空调工作时间长，能效不高，且机房存在局部设备温度过高的问题。

(2) 实施内容及周期

采用一台双回路热管空调取代原同等制冷量的机房普通空调。实施周期 5 天。

(3) 节能效果及投资回收期

既解决了机房局部温度过高的问题，又实现了节能。2018 年 10 月 30 日安装完成，通过在 2019 年 9 月 17 日、2020 年 6 月 3 日分两次耗电量采集，双回路热管空调日均耗电量为 25 千瓦时、普通空调日均耗电量为 70 千瓦时，节电率 64%，全年节电 16425 千瓦时。投资回收期 1.5 年。

6. 未来推广前景

预计未来 3~5 年，机房制冷双回路热管空调机市场占有率可达到 15% 左右。

(六) iTelecomPower 站点能源解决方案——iTelecomPower

1. 适用范围

适用于 5G 网络整体解决方案。

2. 技术原理及工艺

新型 1U 石墨间隙浪涌保护器利用石墨的电性能实现高度下降 50%，体积下降 75%，耐受 6 千安 10/350 微秒直击雷。

1U 稀土永磁接触器使用稀土永磁材料变为无源接触器，

0 保持功耗，整体高度 1U，触点压力提升 50%。

热插拔式 1U 智能空开运用独特的材料+迷宫气道设计实现无极性灭弧；运用特殊合金材料提升 50%导电效率。集成传统功能实现软件定义空开；单路负载精准计量；按需备电。iTelecomPower 与传统方案对比如图 6 所示。



图 6 iTelecomPower 与传统方案对比图

3.技术指标

- (1) 高：5U（以 36 千瓦为例）。
- (2) 输入：太阳能、市电、油机输入。
- (3) 输出：24/220 伏（交流）及 12/24/36/48/57 伏（直流）。
- (4) 集成智能空开：支持。
- (5) 单路负载可管可控：支持。

4.技术功能特性

(1) 基于能源多输入多输出 (eMIMO): 基于 eMIMO 的能力, 单套电源可支持信息技术 (ICT) 设备融合供电, 支持平滑叠光, 降低市电消耗。

(2) 98%超高整流效率: 业界领先 98%整流效率, 降低 2%整流损耗。

(3) 智能用电管理: 系统集成智能空开, 可支持配电、精准计量、远程通断, 满足 5G 时代站点差异化供电和计量的需求。智能空开按需远程上下电, 降低能耗, 5G 智能下电, 典型站点节省电费 2200 元/站/年。

5.应用案例

某省铁塔项目, 技术提供单位为**华为数字能源技术有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

某省铁塔站点由 3 个机柜组成, 占地面积大, 影响城市美观; 电源效率低, 电费每月近 4000 元; 哑设备难管理, 运维费每年近 4000 元; 48 伏单系统不能满足 ICT 业务演进需求。

(2) 实施内容及周期

采用 1 套华为公司的 iTelecomPower 解决方案改造原站点的三个机柜, 实施周期 10 天。

(3) 节能减排效果及投资回收期

占地减少了 67%, 年租金由 3.6 万元降低到 1.8 万元, 年运维费用由 4000 元降低到 1000 元, 电费每年可节约 3749 元。项目综合年经济效益合计为 2.5 万元。投资回收期 3 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 40%。

(七) iTelecomPower 站点能源解决方案 ——封闭柜解决方案

1.适用范围

适用于 5G 网络整体解决方案。

2.技术原理及工艺

(1) 精准温控

集成柜内空调（空调就近部署）、封闭式温控实现高效散热，解决局部热点问题，提高制冷效率。

(2) 可调温控

并柜场景温控组件化设计，支持柔性并柜。单柜场景风道改善，高效散热；应急场景风栅打开，应急通风。

(3) 温供备一体化

集成高密电源、智能锂电、模块化柜内空调，原位搬迁、容量翻番，空间免新增、无新建。封闭柜如图 7 所示。

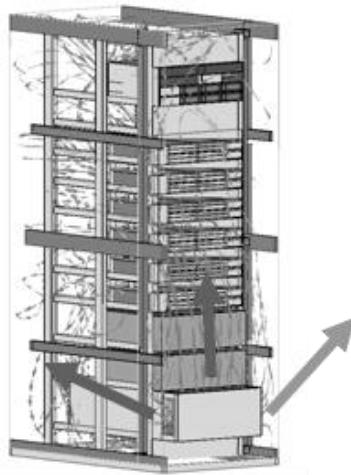


图 7 封闭柜解决方案

3.技术指标

- (1) 制冷能力：10 千瓦/柜。
- (2) 站点能效 (SEE)：75%。
- (3) 占地面积：2 柜。
- (4) 直流变频空调：室内回风温度 37.8℃ 相对湿度 20%/室外 35℃。
- (5) 制冷量：5.0 千瓦。
- (6) 能效比 (EER)：4.0。

4.技术功能特性

(1) 一体化集成：模块化设计，一体化集成插框电源、锂电池、逆变器、温控单元、扩展配电单元等部件模块，提供完整的供配电解决方案，提升整体效率。

(2) 安全可靠：支持系统前后维护；满足标准 GR487，常温 25℃，距离 1.5 米时噪音低于 60 分贝；模块化组件，提高系统的可靠性；满足极端环境 -45~+45℃ 环境运行要求。

(3) 极简部署：集成机架式空调，预留用户空间，支持与室内封闭电源柜并柜，满足集中无线接入网（C-RAN）的机房部署需求，节省占地和电费。供货周期短，快速安装，有效降低成本。

(4) 高收容能力：单柜最大 10 件基带处理单元（BBU）收容。可选配风道组件满足 BBU 散热需求。

(5) 精准温控：机架式空调+封闭机柜，可对站点 BBU 精准散热，消除局部热点，保障设备温度运行。

5.应用案例

北京 M 运营商某地铁站机房项目，技术提供单位为**华为数字能源技术有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

北京 M 运营商某地铁站现有机房难以满足业务扩容需求，效率低下（<60%），电费支出高昂，预计 2021 年站点相关运营成本（OPEX）预算增加 20%。

(2) 实施内容及周期

采用华为封闭柜解决方案进行改造，包含室内封闭柜 2 台、600 安智能电源一台、400 安时智能锂电（100 安时锂电共计 4 块）。改造时间 1 天，业务下电约 7 小时。

(3) 节能减排效果及投资回收期

实现 2 柜代替 8 柜极简改造，一柜式收容，免改温控，免增额外柜式空调，助力客户快速业务扩容，资本性支出（CAPEX）降低 60%。高效温控助力客户节省电费支出，SEE 提升 25%，单站年电费节省 2.1 万，年 OPEX 节省 1.9 万。

投资回收期 2 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 40%。

(八) iTelecomPower 站点能源解决方案 ——刀片电源和刀片电池

1.适用范围

适用于 5G 网络整体解决方案。

2.技术原理及工艺

蝴蝶设计：功率单板一分为二提升散热面积，采用大流通能力 V 型精密连接器，缩短两个功率板间距至 7 毫米，体积减少 20%。

仿生自然散热：“冷热”分流布局，同步空气对流，提升散热效率；热点器件和普通器件隔离分仓，精准散热；仿生大树根系，在基板和热源间增加仿生齿，散热体积提升 40%，散热能力提升 25%，减少热阻、高效散热，实现大功率刀片自然散热。技术原理图如图 8 所示。

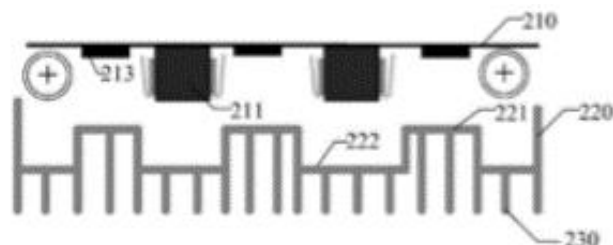


图 8 技术原理图

3.技术指标

- (1) 站点能效：97%。
- (2) 站点交付时间：1小时。
- (3) 散热：自然散热，免风扇。
- (4) 安装：挂杆，挂墙。
- (5) 运维：智能远程。

4.技术功能特性

(1) 一体化免风扇设计，大功率自然散热，免下站维护。

(2) 高密小型化设计，体积仅有传统柜子的 1/10，可挂墙挂杆，零占地，免租金。

(3) 重量轻，可手提，免工具运输、免底座配套，1小时快速安装。

(4) 通过电力电子技术器件和拓扑的创新，降低滤波器件、电感等的损耗，能效提升至 97%以上。

(5) 智能高效用电：通过数字技术进行刀片站点实时设备状态监控，实时设备用电数据分析和远程管理，实现智能备电，智能削峰/错峰等，使能设备的智能高效管理与用电。

(6) 专利

① 一种散热装置、电路板组件及电子设备 (CN113133261A)。

② 一种电源设备 (CN212786319U)。

③ 一种散热装置、电路板组件及电子设备 (WO2021135239A1)。

5.应用案例

浙江某公司智慧城市项目，技术提供单位为**华为数字能源技术有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

浙江某公司为打造无线城市智慧杭州，支持 2019-2020 年部署的 5.5 万座 5G 基站，在 5G 叠频一期杭州的无线站点中部署了约 1000 站刀片电源和电池，站点输入要求约 6 千瓦。

(2) 实施内容及周期

主要包含 1000 个景观塔、房顶站等站点的刀片电源和电池部署，包含宏站新建、CRAN 拉远等站点类型。实施周期 5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

按照 50% 的负载率计算，相比最高 84% 供电效率的传统机柜站点，1000 个 97% 供电效率的刀片电源每年节电 422 万千瓦时。投资回收期 5 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 40%。

(九) iTelecomPower 站点能源解决方案

——智能网管技术

1.适用范围

适用于 5G 网络整体解决方案。

2.技术原理及工艺

智能网管（NetEco）与智能用电管理单元（iDMU）协同，实现每路负载设备能耗可视，建立设备能耗基线、识别低效设备并优化。智能温控管理单元远程控制空调运行逻辑，避免空调低温运行，降低空调能耗。

NetEco 利用 AI 预测站点负载功率，基于备电要求预留备电容量，利用剩余电池容量进行智能错峰，谷值电价时段充电，峰值电价时段放电，在保障站点备电可靠的前提下节省站点电费。解决方案架构图如图 9 所示。



图 9 解决方案架构图

3.技术指标

- (1) 站点能效优化提升：14%。
- (2) 智能温控每年每站节省：9960 千瓦时。

(3) 智能错峰站点电费节省：17.1%。

4.技术功能特性

(1) 分路计量：NetEco 可实现每路负载能耗可视、远程空开管理，建立负载支路能耗基线，识别低效设备，支撑节能优化。

(2) 智能温控管理：NetEco 智能温控可远程设置空调运行温度及双空调启停运行管理，避免空调低温运行，节省温控能耗。

(3) 智能错峰：AI 预测负载功率，预留充足备电容量，保障备电可靠的前提下充分利用电池，在峰值电价时段放电代替市电，节省电费。

5.应用案例

某公司站点智能管理工程项目，技术提供单位为**华为数字能源技术有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

某铁塔公司通过部署华为智能管理系统实现了站点能源的智能管理，智能错峰利用峰谷电价差节省 17.1% 电费。智能管理系统与 iDMU 协同实现每路负载能耗可视，支撑租户用电管理及节能减排。

(2) 实施内容及周期

智能网管一期项目接入 15000 站点电源系统进行智能化管理。实施周期 1 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

智能网管与站点电池协同，实现谷值电价时段电池充电，

峰值电价时段电池放电，将站点平均电费从 28.6 元/天降到 23.7 元/天，节省比例达 17.1%。此外，通过 iDMU 分路计量、精准备电，避免租户用电纠纷，节省 40% 电池配置。投资回收期 3 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 40%。

(十) 升阻结合型垂直轴风力发电机

1.适用范围

适用于 5G 基站配套设备设施。

2.技术原理及工艺

风机采用了高效翼型和风机轮毂、电机一体化的转体结构及直驱式发电，将一定风速的自然风能转换为电能，即利用自然界一定风速产生的推力推动特定的风轮进行有序的旋转，转换成符合通信基站使用的电能，解决了小型风机可靠性差、效率低、寿命短的难题，实现了无偏航系统，无卸荷设备，无风向限制，使发电效率达到 87% 以上。工作原理如图 10 所示。

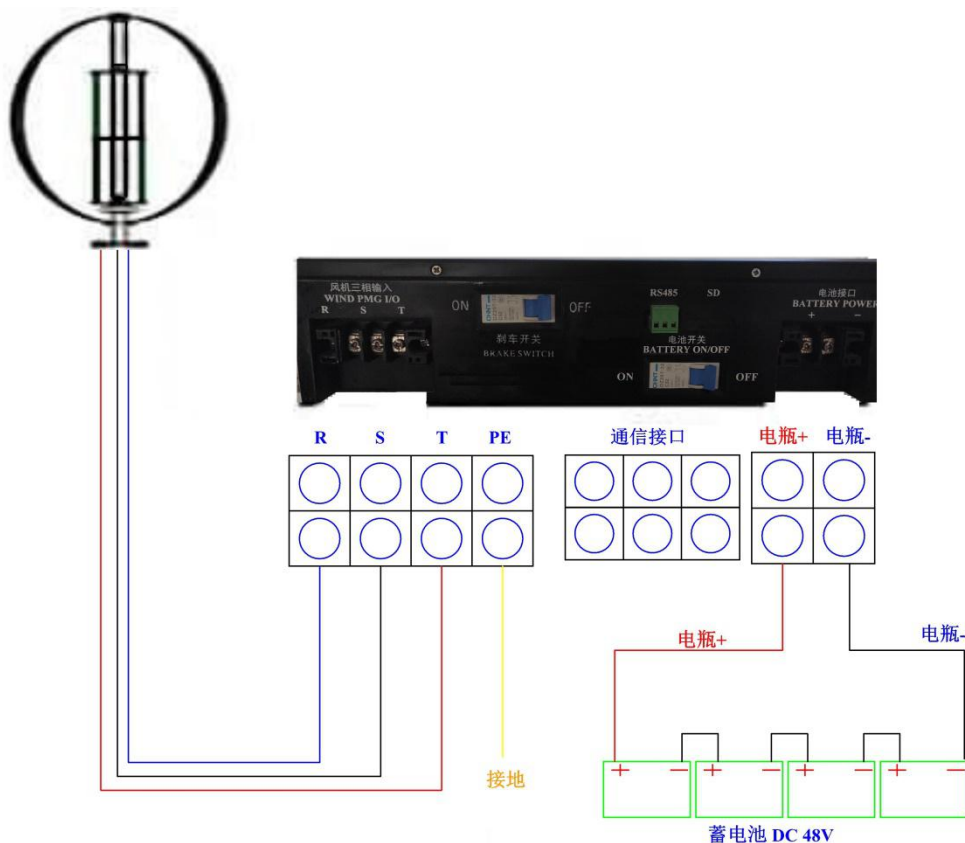


图 10 工作原理图

3.技术指标

- (1) 风机型式：Φ型。
- (2) 功率等级：1 千瓦、2 千瓦、3 千瓦。
- (3) 启动风速：3 米/秒。
- (4) 额定风速：4~17 米/秒。
- (5) 极限风速 ≤ 50 米/秒。
- (6) 停机方式：自动。
- (7) 工作温度：-20~50℃。
- (8) 输出电压：48 伏（直流）。
- (9) 输出电流：20~63 安。

4.技术功能特性

- (1) 启动风速降低到 3 米/秒，切出风速提高到 17 米/

秒以上，风能利用率是常规风机的 2 倍以上。

(2) 电气制动技术，减少自身设备损坏的同时保证了通信设备的安全。

(3) 稀土永磁电机技术提高了发电效率，减小了启动力矩，保证电机在任何状态下不会因过热烧毁，设备平均寿命 < 15 年。

(4) 无拉绳或支撑杆，安装简单，节省资源和人力。

(5) 采用了风力机、发电机和负载统一协调运转的控制系統。

(6) 维护简单，维护量低（年均维护次数不超过 2 次）。

5.应用案例

新疆哈密某通信基站项目，技术提供单位为**新疆奥奇新能源科技有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

该基站位于新疆百里风区的戈壁滩上，不具备市电条件，基站配备 48 伏（直流）/2000 安时蓄电池组两组，额定功耗为 3.8 千瓦。

(2) 实施内容及周期

该基站改造前，光伏发电作为主要供电，燃油发电机作为备用供电，每年加油充电次数为 12 次以上，年断电次数为 4 次以上。2013 年投资为风光互补基站（基站所在地年有风天超过 200 天），垂直轴风力发电机为主要供电，光伏辅助供电。基站配备了三台 2 千瓦的风力发电系统，全年无充电、无断电，年均上线次数为 2 次维护。截止 2020 年底，

该风力发电系统已正常运行 7 年以上。

(3) 节能效果及投资回收期

基站额定功耗为 3.8 千瓦，全部为可再生能源发电，碳排放为 0。年节电 26280 千瓦时，节约电费 34164 元，当年投资 15 万元，运行 7 年共节省电费 239148 元。投资回收期低于 5 年。

6. 未来推广前景

预计未来 3 年市场占有率可达到 60%。

(十一) 5G 一体化智慧电源柜

1. 适用范围

适用于 5G 网络整体解决方案。

2. 技术原理及工艺

5G 一体化智慧电源配置磷酸铁锂电池，采用独有的电池管理系统（BMS）的电池保护系统对电池模块进行断电保护，系统启动后，开始对电池进行充放电管理。同时，对输入输出和环境信息等模拟量进行采集，根据运行逻辑对数据进行判断，是否触发保护。根据私有通信协议，通过网络模块、云平台或者动环监控单元（FSU）进行数据交互。工作原理如图 11 所示。

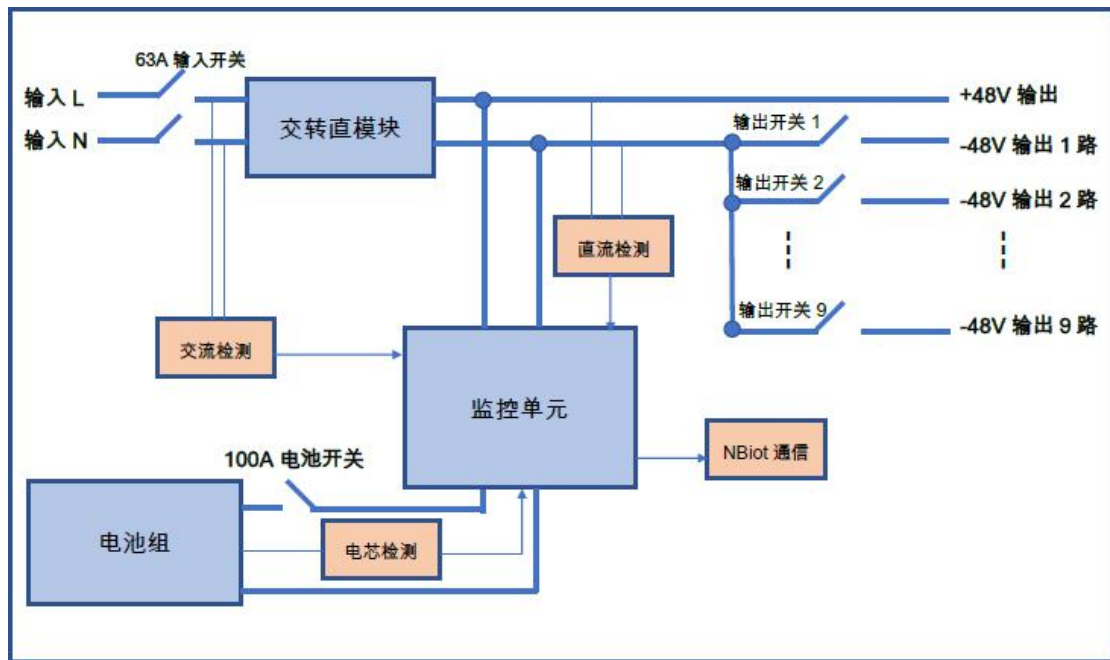


图 11 工作原理图

3.技术指标

(1) 输入：180~264 伏（交流）范围内 90 安电流输入，输出：48 伏（直流）。

(2) 5000 瓦、100 安设备运行功率。

(3) 60 千安交流防雷、20 千安直流防雷、5 千安通信接口防雷。

(4) 九路直流输出端子，3×40 安+6×20 安。

(5) 配置 100 安时磷酸铁锂电池。

(6) IP55 防护等级。

4.技术功能特性

(1) 高度集成：集成电池单元、交转直单元、防雷单元、输入输出单元、简易窄带（NB）动环监控单元、12 芯光分路单元（ODF），后期维护方便。

(2) 功能灵活：具有动环监控、远程关断功能，在需

备电时实现备电，在闲时实现设备退网节能。

(3) 快速安装：产品安装仅需 1 小时，节省施工安装时间。

(4) 立体独立仓设计：采用烟囱式风道设计，保持机柜内部最高温不超过 10℃，无须使用机柜空调，避免机柜空调安装产生的额外费用。

5.应用案例

江苏南京某室外基站建设项目，建设单位为中国电信南京分公司。

(1) 用户情况简单说明

江苏南京某室外基站 BBU 统一部署在 CRAN 机房(BBU 池)，末端 5G 为 3 个有源天线处理单元 (AAU) 拉远，且高度集成 (天馈线、射频单元、智能模块集成一体)，末端 4G 为射频天线，3 个射频拉远单元 (RRU)。

(2) 实施内容及周期

利用 5G 一体化智慧电源柜替代传统备电方案。实施周期 1 天。

(3) 节能减排效果及投资回收期

改造完成后，设备夜间 00:00-6:00 智能关断 6 小时，相比传统方案同等带载下，节电率可达 40%，基站年节电 1.9 万千瓦时，电费以 1 元/千瓦时计算，单站每年可节约电费 1.9 万元。投资回收期约半年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年，全国市场占有率在现有基础上增长 3 倍。

(十二) 5G BBU 节能型散热框架

1.适用范围

适用于 5G 工程配套设备设施。

2.技术原理及工艺

5G BBU 节能型散热框架将 BBU 水平安装改为竖向安装,使 BBU 进出风方向由侧进侧出调整为下(前)进上(后)出,减少了 50%以上的气流转弯,大大降低了气流遮挡和转折阻力,明显提升了气流过柜门的穿透性;通过内部冷热区隔离,防止热风的回流,有效改善进风环境;同时,利用 BBU 设备风扇调速特性,降低其功耗。工作原理如图 12 所示。

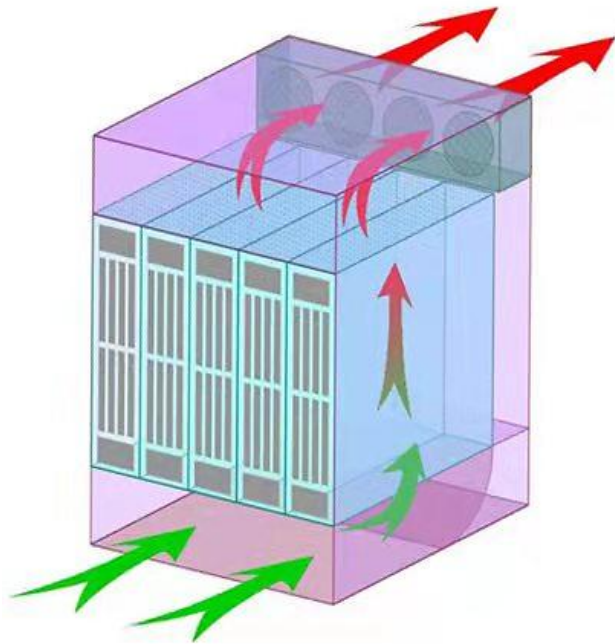


图 12 工作原理图

3.技术指标

- (1) 进风口高度 $\geq 3U$ 。
- (2) 出风口高度 $\geq 3U$ 。

(3) 额定工况下进风口温度降低 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 安装标准 BBU 数量：5 台。

4. 技术功能特性

(1) 通用性好，能安装主流厂家 5G BBU 及其他 19 英寸左右进出风的设备。

(2) 竖向独立风道，互不干涉，增加了进出风量，减少 50% 以上的气流转弯，提高散热能力。

(3) 提高温控模块，出风口采用脉冲宽度调制 (PWM) 温度调速风扇，辅助散热，降低 BBU 风扇能耗。

(4) 五合一机柜设计，单个子框可以安装 5 个 BBU 设备，电源线和信号线上下自然悬垂分离；每台 BBU 可独立拆装，不影响其他设备。

5. 应用案例

某省电信运营商 5G BBU 节能型散热框架应用项目，技术提供单位为中国电信股份有限公司浙江分公司和浙江省邮电工程建设有限公司。

(1) 用户情况简单说明

现国内主流厂家的 BBU 设备采用“侧进侧出”通风方式，使 5G BBU 安装机柜内出现严重的气流不畅问题，导致设备工作温度超过 50°C ，而一旦空调故障，温度更高，严重威胁设备的运行安全。

(2) 实施内容及周期

通过安装 5G BBU 节能型散热框架，改变 BBU 安装方式（由水平安装转变为竖向安装）。实施周期 1 天。

（3）节能减排效果及投资回收期

实施完成后，相较于原水平安装方式，BBU 温度降温 10℃ 以上，每台 BBU 年均节电 500 千瓦时（PUE 按 1.6 计）。投资回收期 1 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 30%。

（十三）基站一体化能源柜

1.适用范围

适用于 5G 网络整体解决方案，支持全场景应用，包括分布无线接入网（D-RAN）、C-RAN 的新建或改造。

2.技术原理及工艺

产品技术原理是在一套系统上实现能源 MIMO，多能源供应、多电压制式输出；组件模块化，支持混插；支持电源功能的软件定义。

（1）多输入、多输出：支持市电、油机、新能源、存量电源接入及 48 伏、57 伏、280 伏等多种电压制式输出。

（2）功能组件全模块化：功能模块的尺寸、接口统一化，槽位共享。

（3）产品智能化：实现错峰、削峰、远程上下电等功能。

工作原理如图 13 所示。

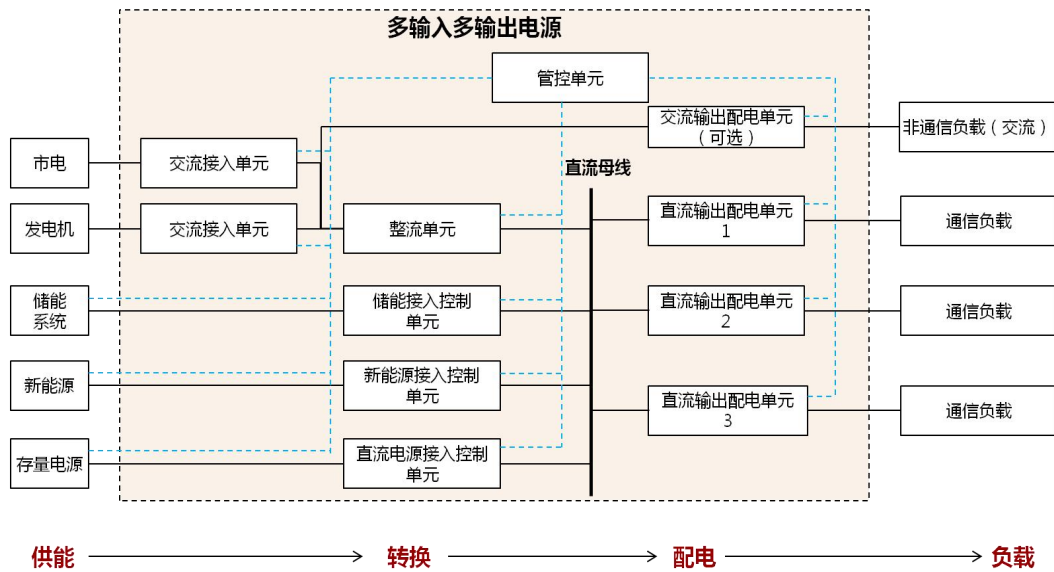


图 13 工作原理图

3.技术指标

(1) 输入电压： 交流:85~300 伏； 直流： 40~60 伏；
 新能源直流： 58~150 伏。

(2) 输出电压： 直流： 43.2~58 伏； 交流:240~380 伏。

(3) 系统效率 $\geq 96\%$ 。

(4) 建设周期缩短 90%。

(5) 投资降低约 30%。

(6) 占地空间减少约 60%。

(7) 能效提升 8%~17%。

4.技术功能特性

(1) 多输入、多输出： 可支持市电、发电机、太阳能、风能、电池储能、存量直流电源等多种能源的同时输入； 根据不同负载供电需求，可输出 54 伏（直流）、57 伏（直流）、225~400 伏（交流）、220 伏（交流）等多制式电源。

(2) 模块化： 各类整流/变换模块尺寸及接口功能标准化，支持混插、自由组合并机输出。

(3) 高密化: MIMO 电源系统容量 24/36 千瓦, 仅占用 6U 空间; 智能锂电池容量 48 伏/100 安时, 仅占用 3U 空间, 最大限度节省安装空间, 实现 5G 建设一站一柜, 极简建站。

(4) 智能化: 能源与业务联动实现远程上下电控制, 对电池充放电进行动态管理, 通过智慧能源管网管平台可对供电设备、能耗及能效进行高效智能的监、管、控, 实现精细化供电管理。

5.应用案例

某公司 2020 年 5G 二期城区配套工程, 技术提供单位为中国移动通信集团设计院有限公司。

(1) 用户情况简单说明

某公司原有 4G 设备无法扩容, 无法为 4G 和 5G 设备独立安装两套电源, 各地市室外基站无动环监控, 设备总体功耗、市电异常、电池充放电等缺乏有效监控手段。

(2) 实施内容及周期

2020 年某公司 5G 二期城区配套工程, 共应用基站一体化能源柜 582 套, 实现快速安装部署、节省安装空间、新旧系统混用, 降低建设投资等价值。项目实施周期为 1 个月, 单站平均建设周期 1 天。

(3) 节能减排效果及投资回收期

据现网实际运行数据及理论测算, 582 套设备在网运行一年, 年节电 355 万千瓦时, 每年可节约电费 284 万元, 提升运维效率 30%, 本项目在网运行 1 年, 共节约运维费用 97 万元。该项目综合年经济效益合计为 381 万元。一体化能源

柜具有按需配置、按需扩容的应用特点，结合不同的应用场景，产品投资回收期 0~3 年不等。

6.未来推广前景

基站一体化能源柜具有“一站一柜”、“三免三省”的应用价值，预计未来 3 年，全网市场占有率可达到 10%，助力运营商极简建站，绿色建网。

(十四) 智能多网协作节能系统 (i-Green)

1.适用范围

适用于 5G 网络主设备节能。

2.技术原理及工艺

基于无线侧海量数据和机器学习算法实现智能业务预测、场景识别，在保障用户感知无损的基础上实现小区/通道等资源自适应关断及唤醒，从而降低无线网络能耗。工作原理如图 14 所示。



图 14 工作原理图

3.技术指标

- (1) 综合节电率：5%~10%。
- (2) 算法准确率：关断准确率达 90%，误关率低于 3%。
- (3) 运行效率：省级规模数据入库到策略输出不超过 15 分钟。

4.技术功能特性

(1) 共覆盖识别，基于工参、混合现实 (MR)、最小化路测 (MDT) 等信息分析，识别站内及站间同覆盖小区，挖掘更多共覆盖区域。

(2) 多维能耗管理，实现策略级、设备级、地市级到省级能耗数据统一管理 with 评估。

(3) 智能预测方案，运用机器学习算法实现业务预测、场景识别，在节能的同时保障用户感知无损。

(4) 参数动态调优，基于时空场景和业务模型变化，动态调整节能参数，保持关键绩效指标 (KPI) 平稳基础上挖掘节能潜力。

(5) 多网协作节能，突破厂家壁垒和制式限制，通过协同策略和业务迁移实现多频多制式协同节能。

5.应用案例

广西某网络节能项目，技术提供单位为**中国移动通信有限公司研究院**。

(1) 用户情况简单说明

移动互联网的爆发使移动通信网络用户不断上升，网络规模逐渐扩大，随之带来网络能耗的显著增加，已成为亟需

解决的通信难题。

（2）实施内容及周期

部署智能多网协作节能系统，与省无线网管系统打通，通过节能小区发现、网络性能预测、资源自适应关断/唤醒等能力实现无线网基站设备节能。实施周期 5 个月。

（3）节能减排效果及投资回收期

系统自 2019 年完成全省全网部署以来，接入小区约 38.5 万，日均关断小区 6.71 万，每年可节电 829 万千瓦时。按照 0.8 元/千瓦时计算，实现年经济效益 663 万元。投资回收期 1 年。

6.未来推广前景

产品面向运营商 5G 网络推广应用，预计未来 5 年，市场占有率可达到 50%。